

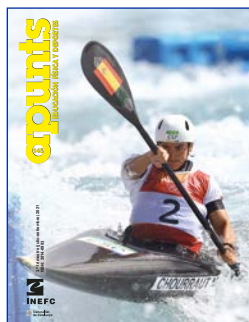


INEFC



Generalitat
de Catalunya





Evaluación de un programa de actividad física en adultos mayores no institucionalizados

Javier Guillem-Saiz^{1,2} , Yang Wang^{3,4} , Hilary Piedrahita-Valdés^{3*} ,
Patricia Guillem-Saiz^{5,6} & Carmen Saiz-Sánchez^{3,6}

¹Departamento de Psicología, Universidad Internacional de Valencia, Valencia (España).

²Instituto Valenciano de Neurociencias (IVANN), Valencia (España).

³Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal, Universidad de Valencia, Valencia (España).

⁴Editorial Department, Chinese General Practice Press, Pekín (China).

⁵Facultad de Ciencias Biomédicas y de la Salud, Universidad Europea de Valencia, Valencia (España).

⁶CIBER de Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBEROBN), Instituto de Salud Carlos III, Madrid (España).

Citación

Guillem-Saiz, J., Wang, Y., Piedrahita-Valdés, H., Guillem-Saiz, P. & Saiz-Sánchez, C. (2021). Evaluation of a Physical Activity Programme in Elderly Non-institutionalised Adults. *Apunts Educación Física y Deportes*, 145, 1-8. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/3\).145.01](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/3).145.01)

Editado por:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondencia:

Hilary Piedrahita-Valdés
piedrahita_hil@gva.es

Sección:

Actividad física y salud

Idioma del original:

Castellano

Recibido:

6 de julio de 2020

Aceptado:

14 de enero de 2021

Publicado:

1 de julio de 2021

Portada:

Maialen Chourraut (ESP)
compitiendo en los
Juegos Olímpicos de
Río de Janeiro (2016),
estadio Whitewater.
Semifinal de kayak
femenino (K1).
REUTERS / Ivan Alvarado

Resumen

La actividad física es uno de los hábitos clave que influyen en el envejecimiento saludable, según la OMS. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto en la esfera funcional de un programa de actividad física realizado en el contexto de un taller de envejecimiento activo. Se realizó un estudio de diseño de preintervención y postintervención en un solo grupo. Se incluyeron 54 adultos sanos, no institucionalizados, de edad igual o mayor a 60 años. El programa de actividad física consistió en 90 sesiones grupales bisemanales, de 45-60 minutos de duración, realizadas durante 45 semanas. Los participantes realizaron estiramientos y ejercicios aeróbicos y de tonificación muscular de intensidad progresiva a lo largo del programa. Valoramos la escala de Tinetti, la prueba cronometrada de levantarse y andar (Timed Up and Go Test, TUG) y el Senior Fitness Test (SFT) en las semanas 0 y 45 del programa. En la semana 45, objetivamos una mejoría significativa en la movilidad, de acuerdo con el TUG, y en la fuerza de los miembros inferiores, evaluada mediante el SFT. Adicionalmente, observamos un mantenimiento en la capacidad de la marcha y el equilibrio, determinados por la escala de Tinetti, y la fuerza de los miembros superiores, la resistencia aeróbica y la flexibilidad de los trenes superior e inferior, según el SFT. Los resultados del estudio sugirieron que los ejercicios de actividad física incluidos en nuestro programa podrían producir una desaceleración en la pérdida de los parámetros de la esfera funcional de los adultos mayores de 60 años.

Palabras clave: adulto mayor, capacidad funcional, ejercicio físico, envejecimiento activo, envejecimiento saludable.

Introducción

El envejecimiento es un fenómeno natural formado por el “conjunto de modificaciones biológicas, morfológicas, bioquímicas y psicológicas que aparecen como consecuencia de la acción del tiempo sobre los seres vivos” (Alvarado-García y Salazar-Maya, 2014).

Se considera que una persona es anciana a partir de los 65 años. A fecha de 1 de enero de 2019, el 19.3 % de la población española tenía una edad igual o mayor de 65 años (Instituto Nacional de Estadística, 2020a) y se prevé que aumente hasta el 29.4 % en 2068 (Instituto Nacional de Estadística, 2020b).

Este envejecimiento demográfico tiene un gran impacto económico, social y sanitario. Para disminuir las repercusiones sociosanitarias negativas de la senescencia, es esencial promover un envejecimiento activo y saludable. Peel et al. (2005) definen el envejecimiento saludable como “un proceso que dura toda la vida, de optimización de las oportunidades para mejorar y preservar la salud, el bienestar físico, social y mental, la independencia y la calidad de vida para mejorar las transiciones exitosas del transcurso la vida”.

Por otra parte, el concepto de “salud” de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2006) engloba en el bienestar físico, mental y social no solo la ausencia de afecciones o enfermedades. Por tanto, en el marco del envejecimiento activo, la salud se alcanza por medio de políticas y programas dirigidos a la promoción de la salud en sus tres esferas: física, psicológica y social. Un anciano sano debe cumplir las siguientes características: ausencia de enfermedad objetivable, capacidad funcional bien conservada, autonomía para las actividades básicas de la vida diaria y ausencia de problemática mental o social derivada de su estado de salud (Sociedad Española de Geriatria y Gerontología, 2007).

La OMS (2015) incluye la actividad física como uno de los hábitos clave que influyen en el envejecimiento saludable. La realización regular de ejercicio físico en la vejez (150 minutos semanales en intervalos de al menos 10 minutos cada uno) ayuda a preservar la función cognitiva (Organización Mundial de la Salud, 2010), aumenta la esperanza de vida y la autoestima, reduce los estados de depresión y ansiedad y disminuye el riesgo de desarrollo de diversas enfermedades crónicas (Organización Mundial de la Salud, 2015).

No obstante, el 33 % de las personas con edades comprendidas entre 70 y 79 años y el 50 % de los mayores de 79 años no realizan la actividad física mínima recomendada por la OMS (Bauman et al., 2016). Esto hace indispensable la planificación e implementación de programas de actividad física dirigidos a la población anciana.

Por esta razón, implementamos un programa de actividad física, en el contexto de un taller de envejecimiento activo, dirigido a individuos mayores de 60 años no institucionalizados. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de este programa de actividad física en la esfera funcional de los participantes.

Metodología

Se realizó una investigación de diseño cuasiexperimental de un solo grupo con dos mediciones, preintervención y postintervención. Las medidas preintervención se evaluaron antes de iniciar la primera sesión del programa de actividad física y las medidas postintervención se tomaron en la semana 45, transcurridas 90 sesiones.

Participantes

La población del estudio estuvo formada por los pacientes no institucionalizados atendidos en el Instituto Valenciano de Neurociencias (IVANN), de la ciudad de Valencia. Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia de 54 individuos. Los criterios de inclusión fueron: edad igual o mayor a 60 años, cumplir con una asistencia mayor al 75 % de las sesiones, carecer de problemas de ceguera o sordera completa, contar con un informe favorable del equipo médico y psicólogo en el reconocimiento previo y presentar por escrito el consentimiento informado para la participación en el programa. Como criterios de exclusión se consideró: tener menos de 60 años; presentar alteraciones ortopédicas, cardiovasculares o respiratorias que impidieran seguir el programa; recibir medicación que produzca inestabilidad de la marcha, y, por último, abandonar el participar en el estudio.

Todos los participantes fueron informados sobre el programa, aceptaron voluntariamente su inclusión en el estudio y firmaron el consentimiento informado. El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación en Humanos de la Universidad de Valencia.

Procedimiento e instrumento

El programa de actividad física consistió en 90 sesiones grupales, de 45-60 minutos de duración, realizadas dos veces por semana durante 45 semanas. Cada sesión se dividió en tres fases (Tabla 1): 1) fase de acogida/calentamiento, 2) fase de desarrollo/principal y 3) fase de despedida/vuelta a la calma.

Todos los participantes del estudio fueron valorados mediante la escala de Tinetti, la prueba funcional cronometrada de levantarse y andar (TUG) y el Senior Fitness Test (SFT) en la semana 0 y en la semana 45 del programa de actividad física.

La escala de Tinetti (Tinetti, 1986) está compuesta por dos subescalas, una que evalúa la marcha (puntuación máxima de 12 puntos) y otra el equilibrio (puntuación máxima de 16 puntos). La puntuación global permite determinar el riesgo de caídas: las puntuaciones menores de 19 son indicativas de alto riesgo de caídas, entre 19-24 de riesgo moderado y entre 25-28 sin riesgo.

Tabla 1*Fases del programa de actividad física.*

Fase	Descripción	Duración (minutos)
<i>Fase de acogida/calentamiento</i>	Actividad aeróbica, rotación de las grandes articulaciones, estiramientos y ejercicios de calentamiento específico de cada sesión según las articulaciones que más se vayan a utilizar.	10-15
<i>Fase de desarrollo/principal</i>	Ejercicios aeróbicos y de tonificación muscular, integrados en juegos, circuitos y coreografías conjuntas, de intensidad progresiva a lo largo del programa.	30-40
<i>Fase de vuelta a la calma y estiramientos</i>	Estiramientos, ejercicios respiratorios y de soltura muscular.	5-15

El TUG (Abizanda-Soler et al., 2012) mide el tiempo (segundos) requerido por un individuo para levantarse de una silla con reposabrazos, caminar 3 metros en línea recta, girar sobre sí mismo, volver caminando hacia la silla y sentarse. El resultado presenta una alta correlación inversa con el nivel de movilidad funcional: < 10 segundos = movilidad independiente, 11-20 segundos = movilidad mayormente independiente, 21-30 segundos = movilidad variable, > 30 segundos = movilidad reducida.

La batería SFT (Rikli y Jones, 2013) valora la condición física de los adultos mayores de 60 años. Agrupa seis pruebas:

1. Sentarse y levantarse de una silla sin apoyo: número de repeticiones que el paciente puede realizar durante 30 segundos. Valora la fuerza en los miembros inferiores (FzP).
2. Flexiones del brazo: número de flexiones del brazo que el individuo puede realizar durante 30 segundos levantando un peso. Refleja la fuerza en los miembros superiores (FzB).
3. Dos minutos de marcha: número de pasos completos que se realizan en este tiempo. Estima la resistencia aeróbica (MRA).
4. Flexión del tronco en una silla, con las piernas y brazos extendidos hacia delante: distancia en cm entre los dedos de las manos y los dedos de los pies. Determina la flexibilidad del tren inferior (FTI), principalmente el bíceps femoral.
5. Juntar las manos tras la espalda: distancia en cm entre los dedos extendidos de ambas manos. Evidencia la flexibilidad del tren superior (FTS), especialmente hombros.
6. Levantarse, caminar y volver a sentarse (LCS): tiempo que se tarda en completar la prueba, en segundos. Indicativo de la agilidad y el equilibrio dinámico.

Análisis de datos

Las variables cuantitativas se describieron mediante medidas de tendencia central: media, mediana y moda, y medidas de dispersión: desviación estándar y rangos.

El análisis de los resultados se realizó a través de pruebas no paramétricas, debido a que las variables presentaban una distribución no normal. Se utilizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney-Wilcoxon para comprobar la homogeneidad de las muestras. Para las comparaciones intrasujeto preintervención y postintervención, se calculó el estadístico Z mediante la prueba no paramétrica de los rangos con signo de Wilcoxon. Se empleó el coeficiente de correlación de Spearman para el análisis correlacional entre los resultados de las diferentes pruebas.

En todos los casos, se estableció como nivel de significación estadística un *p*-valor menor a .05. Se utilizó el paquete estadístico SPSS v21 para Windows para el procesamiento de los datos.

Resultados

Características sociodemográficas de la población

La muestra del estudio consistió en 54 participantes, entre 60 y 89 años, con una media de edad de 74 años. El rango de edad con más individuos era el de 76 a 80 años. Participó un número más elevado de mujeres (*n*=35) que de hombres (*n*=19). Aproximadamente la mitad de los participantes tenía estudios universitarios (Tabla 2).

Los principales resultados de las pruebas funcionales preintervención y postintervención se presentan en la Tabla 3.

Tabla 2*Características sociodemográficas de la población.*

Variables		<i>n</i>	(%)
Rango de edad	59-70 años	11	20.37
	71-75 años	17	31.48
	76-80 años	18	33.33
	> 80 años	8	14.82
Sexo	Hombres	19	35.19
	Mujeres	35	64.81
Nivel de estudios	Primarios	14	25.92
	Secundarios	15	27.78
	Universitarios	25	46.30

Tabla 3*Resultados de las pruebas preintervención y postintervención.*

Test	P25	P50	P75	Z	<i>p</i>
Escala de Tinetti				-.073	.941
Preintervención	25	28	28		
Postintervención	25	28	28		
Test Timed Up and Go				-5.023	< .001
Preintervención	8	13	18.25		
Postintervención	8	12	16		
SFT-FzP				-2	.046
Preintervención	1.50	2	2		
Postintervención	2	2			

Escala de Tinetti

En lo relativo al riesgo de caídas evaluado mediante la escala de Tinetti, no se observaron diferencias significativas ($p=.941$) entre los resultados preintervención y postintervención, en el análisis agregado de los datos ni en el análisis desagregado por sexo.

Timed Up and Go

Se objetivó una mejoría estadísticamente significativa ($p<.001$) en los resultados globales del TUG después de las 90 sesiones del programa de actividad física. El porcentaje de participantes con movilidad variable descendió del 18.5 % ($n=10$) al 9.3 % ($n=5$), a favor de los grupos con mayor movilidad. El grupo de movilidad mayormente independiente pasó de estar formado por el 46.3 % de los individuos ($n=25$) en la valoración pretest a englobar el

50 % de la muestra del estudio ($n=27$) en la medición postintervención. Los participantes con movilidad independiente aumentaron del 33.3 % ($n=18$) al 38.9 % ($n=21$).

Por grupos de movilidad y sexo, no se observaron cambios significativos en los hombres de los grupos de movilidad reducida ($n=1$) y movilidad variable ($n=2$). De los 10 hombres del grupo de movilidad mayormente independiente preintervención, 3 obtuvieron puntuaciones postintervención correspondientes al grupo de movilidad independiente. Así pues, el grupo de hombres de movilidad independiente aumentó de 6 (31.6 % de los hombres) a 9 (47.9 % de los hombres).

En cuanto a las mujeres, ninguna obtuvo puntuaciones mayores o iguales a 30 (movilidad reducida). 5 mujeres pasaron de tener movilidad variable según el TUG a tener movilidad mayormente independiente. El grupo de movilidad mayormente independiente pasó de estar formado por

Tabla 4

Casos por sexo según los resultados del Senior Fitness Test (percentiles respecto al valor de referencia).

		Preintervención			Postintervención			Diferencia
Prueba		P < 25 n (%)	P25-P75 n (%)	P > 75 n (%)	P < 25 n (%)	P25-P75 n (%)	P > 75 n (%)	p-valor
FzP	M	7 (20%)	25 (71.43%)	3 (8.57%)	7 (20%)	24 (68.57%)	4 (11.43%)	.317
	H	6 (31.58%)	10 (52.63%)	3 (15.79%)	4 (21.05%)	11 (57.9%)	4 (21.05%)	.083
	Total	13 (24.07%)	35 (64.82%)	6 (11.11%)	11 (20.37%)	35 (64.82%)	8 (14.81%)	.045
FzB	M	9 (25.71%)	22 (62.86%)	4 (11.43%)	7 (20.00%)	23 (65.71%)	5 (14.29%)	.180
	H	6 (31.58%)	10 (52.63%)	3 (15.79%)	5 (26.32%)	10 (52.63%)	4 (21.05%)	.157
	Total	15 (27.78%)	32 (59.26%)	7 (12.96%)	12 (22.22%)	33 (61.11%)	9 (16.67%)	.059
MRA	M	12 (34.28%)	19 (54.29%)	4 (11.43%)	12 (34.28%)	19 (54.29%)	4 (11.43%)	1
	H	6 (31.58%)	12 (63.16%)	1 (5.26%)	6 (31.58%)	12 (63.16%)	1 (5.26%)	1
	Total	18 (33.33%)	31 (57.41%)	5 (9.26%)	18 (33.33%)	31 (57.41%)	5 (9.26%)	1
FTI	M	19 (54.29%)	8 (22.86%)	8 (22.86%)	19 (54.29%)	8 (22.86%)	8 (22.86%)	1
	H	12 (63.16%)	5 (26.31%)	2 (10.53%)	12 (63.16%)	5 (26.31%)	2 (10.53%)	1
	Total	31 (57.41%)	13 (24.07%)	10 (18.52%)	31 (57.41%)	13 (24.07%)	10 (18.52%)	1
FTS	M	20 (57.14%)	5 (14.29%)	10 (28.57%)	19 (54.29%)	5 (14.29%)	11 (31.43%)	.317
	H	14 (73.69%)	4 (21.05%)	1 (5.26%)	14 (73.68%)	3 (15.79%)	2 (10.53%)	.317
	Total	34 (62.96%)	9 (16.67%)	11 (20.37%)	33 (61.11%)	8 (14.82%)	13 (24.07%)	.180
LCS	M	14 (40%)	15 (42.86%)	6 (17.14%)	14 (40%)	16 (45.71%)	5 (14.29%)	.317
	H	11 (57.89%)	8 (42.11%)	0 (0%)	11 (57.89%)	7 (36.85%)	1 (5.26%)	.317
	Total	25 (46.30%)	23 (42.59%)	6 (11.11%)	25 (46.30%)	23 (42.59%)	6 (11.11%)	1

Nota. M: mujer (n=35); H: hombre (n=19).

15 mujeres (42.9 % de las mujeres) en el período pretest a 20 mujeres (57.1 %) en la etapa postintervención. Las 12 mujeres (34.3 % de las mujeres) con movilidad independiente pretest conservaron este grado de movilidad.

Senior Fitness Test

Las puntuaciones de la prueba de FzP pre y postintervención mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p=.046$). No se observaron diferencias significativas en las puntuaciones pre y postintervención en el resto de las

pruebas del SFT. En la Tabla 4 se muestra el número de casos por sexo según los percentiles de sus puntuaciones en el SFT respecto a los valores de referencia (Rikli y Jones, 2013). Los hombres obtuvieron mejores puntuaciones en las pruebas de FzP y FzB, mientras que las mujeres obtuvieron mejores puntuaciones en el resto de las pruebas. Los resultados del TUG y el SFT presentaron una correlación significativa, tanto en el período preintervención (coeficiente de correlación -0.579 , $p<.001$) como en el período postintervención (coeficiente de correlación -0.666 , $p<.001$).

Discusión

La muestra del estudio ($N=54$) es superior a la utilizada en investigaciones similares (Aman y Thomas, 2009; Solà-Serrabou et al., 2019; Tappen et al., 2000). Las sesiones se llevaron a cabo en grupos de 12 a 15 individuos y fueron dirigidas por un psicogerontólogo especializado en ciencias de la actividad física y del deporte, que motivó a los participantes en la práctica, la persistencia y el rendimiento del programa. El número de participantes incluidos en cada grupo concuerda con el seleccionado por otros autores (Aman y Thomas, 2009; Tappen et al., 2000). En cuanto a la distribución de la muestra por sexo, el predominio de participantes de sexo femenino apoya el concepto de la feminización de la vejez, debido a una mortalidad diferencial mayor en los hombres (Aartsen et al., 2004). El grupo de edad con mayor participación fue el de 76 a 80 años, al igual que en el estudio de Saiz-Llamas et al. (2014). La menor participación entre los individuos mayores de 80 años respecto a los otros grupos de edad puede explicarse por la menor autonomía propia de edades más avanzadas y una mayor institucionalización. En lo referente al nivel de estudios, destaca que casi la mitad de nuestros participantes tienen estudios universitarios, frente al predominio de estudios primarios en el estudio de Saiz-Llamas et al. (2014).

La duración del programa (McPhee et al., 2016), la extensión de cada sesión (Saiz-Llamas et al., 2014; Solà-Serrabou et al., 2019) y la frecuencia de las sesiones (Solà-Serrabou et al., 2019) coinciden con otros trabajos similares. Los períodos de tiempo seleccionados son los recomendados por Salazar-Pachón et al. (2014) y consideramos que son suficientes para lograr los objetivos del programa y para mantener la atención y motivación de los asistentes sin ocasionarles fatiga. Las pruebas aplicadas son seguras para los participantes, socialmente aceptadas y sencillas de puntuar.

La puntuación de la escala de Tinetti disminuye anualmente en ancianos sanos, según un estudio longitudinal de 8 años de duración (Baloh et al., 2003). En nuestro estudio, todos los participantes mantuvieron su puntuación en esta prueba tras 90 sesiones del programa de actividad física. Nuestros resultados son indicativos de que el programa de actividad física implementado puede contribuir a la conservación de la capacidad de marcha y equilibrio en los adultos mayores.

Las puntuaciones del TUG mejoraron significativamente de forma global. Por grupos de movilidad y sexo, en ningún caso se evidenció un empeoramiento en los resultados de esta prueba. Todo ello sugiere que los programas de actividad física basados en ejercicios de coordinación motora, equilibrio, flexibilidad, fuerza y resistencia son beneficiosos para el mantenimiento y/o mejoría de la movilidad en los adultos mayores. Nuestro estudio apoya las conclusiones obtenidas por Freiburger et al. (2007) sobre el efecto de este tipo de ejercicios en la puntuación del TUG. Estos

investigadores aplicaron un programa de actividad física de dos sesiones semanales, de una hora de duración cada una, durante cuatro meses, con ejercicios similares a los de nuestra intervención. El análisis de 217 participantes mayores de 70 años de la comunidad determinó que este tipo de actividad física produce una mejoría significativa en las puntuaciones de las pruebas TUG y Sit-to-Stand, además de disminuir el número de caídas en el grupo de intervención respecto al grupo de control. La mejoría en la movilidad medida con el TUG también se ha evidenciado con otra clase de ejercicios, como los basados en el método Pilates (García-García et al., 2011) y los acuáticos (Chou et al., 2012).

En cuanto a la batería SFT, es una de las pocas pruebas validadas para la evaluación de la condición física de las personas mayores de 60 años (Rikli y Jones, 2013). En el presente estudio, solo observamos diferencias significativas en una de las seis pruebas, concretamente en la evaluación de la fuerza en miembros inferiores, indispensable para el mantenimiento de la marcha. Cabe destacar que tanto la fuerza como la resistencia muscular disminuyen entre un 15 % y un 20 % de media por década a partir de los 50 años de vida (American College of Sports Medicine, 2017). A pesar de ello, las puntuaciones en las pruebas de fuerza en miembros superiores y resistencia muscular no empeoraron después de las 90 sesiones del programa y se mantuvieron niveles de fuerza de miembros superiores buenos o excelentes y niveles óptimos de capacidad aeróbica.

En nuestro estudio, la flexibilidad preintervención evaluada mediante el SFT se encontraba en el percentil bajo (P25) respecto a los valores de referencia, en el 73.70 % en hombres y el 57.10 % en mujeres para el tren superior y en el 63.20 % en hombres y el 54.30 % en mujeres en la valoración del tren inferior. El porcentaje de individuos con resultados correspondientes al percentil alto preintervención oscilaba entre el 5 % y el 20 %, según el sexo. Esta distribución evidencia que los individuos de edad avanzada suelen presentar flexibilidad limitada, tal y como detallan algunas publicaciones (Latorre-Rojas et al., 2019; Rikli y Jones, 2013). No evidenciamos una ganancia significativa en la flexibilidad en miembros inferiores ni superiores después de la intervención. Las intervenciones de actividad física diseñadas por otros autores muestran resultados mixtos en la flexibilidad, desde nulos hasta positivos (American College of Sports Medicine, 2017). Estas discrepancias pueden deberse a las particularidades de cada tipo de entrenamiento y a las diversas limitaciones que suelen presentar los estudios que evalúan el efecto del ejercicio físico sobre la flexibilidad en adultos mayores, tales como un tamaño muestral pequeño y la ausencia de grupos de control.

Finalmente, observamos que los participantes mostraban interés en conocer los valores de referencia y en aprender cómo mejorar su puntuación. Es decir, la aplicación de las

pruebas en el contexto del taller de envejecimiento activo sirve para aumentar la motivación e implicación de los participantes en la realización de la actividad física.

Conclusiones

Los resultados del estudio sugieren que los ejercicios de actividad física incluidos en nuestro programa pueden producir una desaceleración en la pérdida de los parámetros de la esfera funcional de los adultos mayores de 60 años. Todos los participantes fueron capaces de mantener el equilibrio, tanto antes como después de la intervención. Observamos un mantenimiento en la capacidad de la marcha y en el equilibrio, valorados mediante la escala de Tinetti tras 90 sesiones del programa. Asimismo, constatamos que no se produjo un deterioro en la fuerza de los miembros superiores, la resistencia aeróbica ni la flexibilidad de los trenes superior e inferior, según el SFT. Es de especial relevancia la mejoría significativa global en la movilidad, de acuerdo con el TUG, y en la fuerza de los miembros inferiores, evaluada mediante el SFT.

Como limitación del estudio, destaca la ausencia de grupo de control, lo que nos impide asegurar que los cambios observados sean debidos a la intervención. Por otra parte, la validez externa está restringida por las características de los participantes (pertenecientes a la población urbana, autónomos, no institucionalizados). No obstante, es un problema habitual en este tipo de estudios, ya que las características intrínsecas del programa de actividad física dificultan la obtención de muestras representativas de todos los colectivos poblacionales.

En la actualidad, continuamos realizando los talleres de envejecimiento activo, con un programa de seguimiento en el que vamos evaluando los resultados a largo plazo. Periódicamente, implementamos nuevas actividades en los talleres para mantener el entusiasmo y la motivación de los asistentes. Adicionalmente, se ha instaurado un programa de actividad física individual, independiente de los talleres colectivos, con una alta aceptación y motivación de los participantes. La aplicación de las distintas pruebas de evaluación de la esfera funcional ha permitido profundizar en el conocimiento de las características individuales de los participantes y adaptar los ejercicios a las necesidades de cada uno de ellos.

Resulta necesario continuar implementando y evaluando programas de actividad física en personas de edad avanzada, con el fin de fomentar la realización regular y sistemática por parte de este colectivo de los ejercicios que han demostrado ser beneficiosos en el mantenimiento de su funcionalidad e independencia y que, por tanto, producen un aumento en su calidad de vida.

Referencias

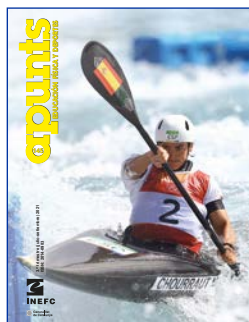
- Aartsen, M. J., Martin, M. & Zimprich, D. (2004). Gender Differences in Level and Change in Cognitive Functioning. *Gerontology*, 50(1), 35-38. <https://doi.org/10.1159/000074387>
- Abizanda-Soler, P., López-Torres-Hidalgo, J., Romero-Rizos, L., Sánchez-Jurado, P. M., García-Nogueras, I. & Esquinas-Requena, J. L. (2012). Valores normativos de instrumentos de valoración funcional en ancianos españoles: estudio FRADEA. *Atención Primaria*, 44(3), 162-171. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2011.02.007>
- Alvarado-García, A. & Salazar-Maya, A. (2014). Análisis del concepto de envejecimiento. *Gerokomos*, 25(2), 57-62. <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-928X2014000200002>
- Aman, E. & Thomas, D. R. (2009). Supervised Exercise to Reduce Agitation in Severely Cognitively Impaired Persons. *Journal of the American Medical Directors Association*, 10(4), 271-276. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2008.12.053>
- American College of Sports Medicine. (2017). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (10th ed). Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.
- Baloh, R. W., Ying, S. H. & Jacobson, K. M. (2003). A Longitudinal Study of Gait and Balance Dysfunction in Normal Older People. *Archives of Neurology*, 60(6), 835. <https://doi.org/10.1001/archneur.60.6.835>
- Bauman, A., Merom, D., Bull, F. C., Buchner, D. M. & Fiatarone Singh, M. A. (2016). Updating the Evidence for Physical Activity: Summative Reviews of the Epidemiological Evidence, Prevalence, and Interventions to Promote "Active Aging". *The Gerontologist*, 56 (Suppl 2), S268-S280. <https://doi.org/10.1093/geront/gnw031>
- Chou, C.-H., Hwang, C.-L. & Ying-Tai, W. (2012). Effect of Exercise on Physical Function, Daily Living Activities, and Quality of Life in the Frail Older Adults: A Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(2). <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.08.042>
- Freiberger, E., Menz, H. B., Abu-Omar, K. & Rütten, A. (2007). Preventing Falls in Physically Active Community-Dwelling Older People: A Comparison of Two Intervention Techniques. *Gerontology*, 53(5), 298-305. <https://doi.org/10.1159/000103256>
- García-García, F. J., Gutiérrez-Avila, G., Alfaro-Acha, A., Amor-Andrés, M. S., de la Torre-Lanza, M. D. los A., Escribano-Aparicio, M. V., Humanes-Aparicio, S., Larrion-Zugasti, J. L., Gómez-Serranillo-Reus, M., Rodríguez-Artalejo, F. & Rodríguez-Manas, L. (2011). The prevalence of frailty syndrome in an older population from Spain. The Toledo study for healthy aging. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 15(10), 852-856. <https://doi.org/10.1007/s12603-011-0075-8>
- Instituto Nacional de Estadística. (2020a). *Estadística del Padrón Continuo*. <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t20/e245/p08/&file=02002.px>
- Instituto Nacional de Estadística. (2020b). *Indicadores de Crecimiento y Estructura de la Población*. <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t20/p278/p01/2018-2068/idx/10/&file=03003a.px&L=0>
- Latorre-Rojas, E. J., Prat-Subirana, J. A., Peirau-Terés, X., Mas-Alòs, S., Beltrán-Garrido, J. V. & Planas-Anzano, A. (2019). Determination of functional fitness age in women aged 50 and older. *Journal of Sport and Health Science*, 8(3), 267-272. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.01.010>
- McPhee, J. S., French, D. P., Jackson, D., Nazroo, J., Pendleton, N. & Degens, H. (2016). Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology*, 17(3), 567-580. <https://doi.org/10.1007/s10522-016-9641-0>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Constitución de la Organización Mundial de la Salud. Documentos básicos, suplemento de la 45a edición*.
- Organización Mundial de la Salud. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*.
- Organización Mundial de la Salud. (2015). *Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud*.
- Peel, N. M., McClure, R. J. & Bartlett, H. P. (2005). Behavioral determinants of healthy aging. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(3), 298-304. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.12.002>

- Rikli, R. E. & Jones, C. J. (2013). Development and Validation of Criterion-Referenced Clinically Relevant Fitness Standards for Maintaining Physical Independence in Later Years. *The Gerontologist*, 53(2), 255-267. <https://doi.org/10.1093/geront/gns071>
- Saiz-Llamas, J. R., Casado-Vicente, V. & Martos-Álvarez, H. C. (2014). Impacto de un programa de fisioterapia en atención primaria en las personas mayores, con antecedentes de caídas. *Fisioterapia*, 36(3), 103-109. <https://doi.org/10.1016/J.FT.2013.04.006>
- Salazar Pachón, J. D., Ramírez Villada, J. F., Chaparro, D. & León, H. H. (2014). Systematic Review of the Impact of Physical Activity on Gait Disorders in the Elderly. *Apunts Educación Física y Deportes*, 118, 30-39. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2014/4\).118.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2014/4).118.03)
- Sociedad Española de Geriatria y Gerontología. (2007). *Tratado de geriatría para residentes*. Internacional Marketing & Comunicación.
- Solà-Serrabou, M., Luis-López, J. & Valero, O. (2019). Efectividad de un entrenamiento en personas mayores y su impacto en la calidad de vida relacionada con la salud. *Apunts Educación Física y Deportes*, 137, 30-42. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2019/3\).137.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/3).137.03)
- Tappen, R., Roach, K., Applegate, E. & Stowell, P. (2000). Effect of a Combined Walking and Conversation Intervention on Functional Mobility of Nursing Home Residents With Alzheimer Disease. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 14(4), 196-201.
- Tinetti, M. E. (1986). Performance-Oriented Assessment of Mobility Problems in Elderly Patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, 34(2), 119-126. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1986.tb05480.x>

Conflicto de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la url <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES



Comparación de la eficacia de tres tipos de entrenamiento de fuerza: autocargas, máquinas de musculación y peso libre

Pablo Prieto-González^{1*} & Jaromir Sedlacek²

¹ Prince Sultan University, Riad (Arabia Saudita).

² University of Prešov, Prešov (Eslovaquia).

Citación

Prieto-González, P. & Sedlacek, J. (2021). Comparison of the Efficacy of Three Types of Strength Training: Isometrics, Weight Training Machines and Free Weights. *Apunts Educación Física y Deportes*, 145, 9-16.
[https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/3\).145.02](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/3).145.02)

Editado por:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondencia:

Pablo Prieto González
pabloccjb@gmail.com

Sección:

Entrenamiento deportivo

Idioma del original:

Castellano

Recibido:

10 de noviembre de 2020

Aceptado:

3 de marzo de 2021

Publicado:

1 de julio de 2021

Portada:

Maialen Chourraut (ESP)
compitiendo en los
Juegos Olímpicos de
Río de Janeiro (2016),
estadio Whitewater.
Semifinal de kayak
femenino (K1).
REUTERS / Ivan Alvarado

Resumen

El objetivo de este estudio fue verificar qué metodología es más eficaz en la mejora de variables antropométricas y de fuerza: un entrenamiento con peso libre, con máquinas de musculación o con autocargas. 33 estudiantes universitarios varones realizaron un entrenamiento de fuerza dos veces por semana, durante ocho semanas, divididos en tres grupos de entrenamiento: autocargas (GEAC), máquinas de musculación (GEMM) y peso libre (GEPL). Se evaluaron las siguientes variables: índice de masa corporal (IMC), tejido magro (TM), porcentaje de grasa (% grasa), sentadilla con salto (SS), sentadilla con contramovimiento (SCM), *press* banca (PB), sentadilla (SQ), fuerza máxima relativa en *press* banca (FMR PB) y fuerza máxima relativa en sentadilla (FMR SQ). No se registraron mejoras significativas en las variables antropométricas y de fuerza en el GEAC. En el GEMM se produjeron mejoras significativas en el % grasa y en los niveles de fuerza, mientras que en el GEPL hubo mejoras significativas en el % grasa, en el TM y en los niveles de fuerza. Asimismo, el GEPL obtuvo mejoras significativas con respecto al GEMM en los siguientes test: SS, PB, SQ, FMR PB y FMR SQ. Un entrenamiento de fuerza de ocho semanas aplicado a varones en edad universitaria fue más eficaz a la hora de incrementar la fuerza y el tejido magro al realizarlo con peso libre que al efectuarlo con máquinas de musculación. La utilización de autocargas no generó mejoras cineantropométricas ni de fuerza. Sin embargo, en este último caso, no se puede descartar totalmente que la ausencia de adaptaciones se deba a las dificultades para cuantificar la intensidad de la carga.

Palabras clave: autocargas, fuerza, máquinas de musculación, peso libre.

Introducción

El entrenamiento de fuerza genera múltiples beneficios, entre los que cabe destacar: la mejora del rendimiento motor, del rendimiento deportivo, de la autoimagen, de las condiciones de salud y calidad de vida, y la prevención de patologías y enfermedades (Copeland et al., 2019; Ruiz, 2008; Seguin et al., 2013). Dada su importancia, la comunidad científica se ha interesado por el estudio de los distintos factores que condicionan las mejoras comentadas previamente. Asociaciones como la National Strength and Conditioning Association, el American College of Sports Medicine, la International Strength Training Association, la American Heart Association o la American Medical Society for Sports Medicine publican regularmente informes que recogen recomendaciones relativas al desarrollo de esta capacidad. Ponen además de relieve su gran importancia tanto en el contexto del deporte como en el de la salud. Pero, aun así, la planificación del entrenamiento de fuerza se aleja en ocasiones de los planteamientos científicos y responde a menudo a falsos mitos, modas pasajeras o filosofías apasionadas (López-Miñarro, 2002). De este modo, se genera cierta confusión entre las personas que realizan trabajos de fuerza, que a menudo desconocen cuál es la manera más eficaz de entrenar para lograr sus objetivos.

En este sentido, en las últimas décadas hemos podido comprobar que el tipo de resistencias empleadas en los entrenamientos de fuerza se ha diversificado considerablemente. A los medios tradicionales (barras, mancuernas, bandas elásticas, máquinas de musculación y balones medicinales) se han sumado nuevos elementos como máquinas vibratorias, superficies inestables, bandas TRX® o pesas rusas (Lloyd et al., 2014; Raya-González y Sánchez-Sánchez, 2018). Paralelamente, el tipo de actividades físicas más utilizadas para el desarrollo de la fuerza también ha variado año tras año. Hasta el año 2013, el entrenamiento de fuerza con autocargas no se encontraba entre las 20 actividades más practicadas a nivel mundial dentro del ámbito del *fitness* (Thompson, 2014). Sin embargo, en 2015 fue la más practicada, por delante del HIIT (entrenamiento de intervalos de alta intensidad), de los programas de entrenamiento realizados bajo la supervisión de profesionales cualificados, de los entrenamientos de fuerza convencionales y de los entrenamientos personalizados, que fueron respectivamente la segunda, tercera, cuarta y quinta actividad más practicadas en ese mismo año (Thompson, 2017). En cada una de ellas se emplean diferentes resistencias y rangos de movimiento. Sin embargo, y pese a que esta cuestión genera un gran debate en el ámbito de la actividad física y el deporte, aún no se ha abordado en profundidad cuál de ellas proporciona mejores resultados (Schwanbeck, 2018).

En el entrenamiento con autocargas, se usa el propio cuerpo como resistencia para realizar trabajos en contra de la fuerza de la gravedad. Sus partidarios defienden que esta metodología permite adaptar los ejercicios a las características antropométricas de cada individuo, de modo que es posible

lograr una mayor individualización. También argumentan que, dado que los movimientos se realizan en cadena cerrada, se favorece la participación de varios grupos musculares en cada ejercicio. Otra virtud atribuida a las autocargas es su efectividad en la mejora de la fuerza relativa, el equilibrio y el control postural. En cambio, la principal desventaja que se les achaca es la dificultad para cuantificar la carga de trabajo (Harrison, 2010).

Las máquinas de musculación ofrecen las siguientes ventajas: proporcionan al ejecutante mayor seguridad, permiten el aprendizaje de los diferentes ejercicios de musculación con facilidad y es posible cambiar la carga de trabajo con gran rapidez. Entre las desventajas podemos destacar que no se adaptan a las características antropométricas de todos los sujetos y que no permiten lograr una gran activación neuromuscular, dado que estabilizan y guían los movimientos realizados por el ejecutante (American College of Sports Medicine, 2009).

Por último, los entrenamientos con peso libre permiten realizar una mayor variedad de movimientos y poseen una mayor funcionalidad que las máquinas de musculación, puesto que es posible reproducir tareas tanto de la vida cotidiana como gestos deportivos. Además, el equipamiento requerido es económico. Todo ello redundará en una mayor adherencia al entrenamiento de fuerza. La estimulación de la musculatura estabilizadora es mayor cuando se trabaja con peso libre que cuando se utilizan máquinas de musculación. Como contrapartida, cabe reseñar que la correcta ejecución técnica de ejercicios con peso libre implica un cierto grado de dificultad, de modo que requieren un mayor tiempo de aprendizaje (American College of Sports Medicine, 2009).

Por tanto, teniendo en cuenta que *a priori* los diferentes tipos de resistencia empleados para entrenar la fuerza presentan tanto pros como contras, resulta necesario conocer cuál es más eficaz. De este modo, el objetivo del presente estudio fue determinar cuál de estos tres entrenamientos mejora en mayor medida los niveles de fuerza y los parámetros cineantropométricos: un entrenamiento con autocargas, un entrenamiento con máquinas de musculación o un entrenamiento con peso libre.

Metodología

Participantes

33 estudiantes universitarios de sexo masculino [edad: 20.52 (1.45); estatura: 176.51 (5.23); masa corporal: 74.37 (4.95); IMC: 23.93 (1.37)] fueron seleccionados para participar en el presente estudio. Ninguno de ellos tenía experiencia en el entrenamiento de fuerza ni practicaba actividades fisicodeportivas de forma estructurada. Tampoco padecían lesiones o enfermedades que les impidiesen realizar con normalidad los test y los protocolos de entrenamiento llevados a cabo. En una sesión teórica inicial previa al inicio

del estudio, los participantes recibieron información relativa a los objetivos, procedimientos y características del estudio. Se les explicó asimismo los beneficios y riesgos derivados de su inclusión en el mismo. Se les exigió además que no modificasen su dieta ni sus hábitos de práctica de actividad fisicodeportiva durante la realización de la investigación. También se les indicó que evitasen realizar ejercicio físico intenso 72 horas antes de la ejecución de las pruebas incluidas en la pre y la postintervención y que no ingiriesen caféina 24 horas antes de dichas pruebas. La presente investigación se realizó respetando los principios éticos recogidos en la declaración de Helsinki y contó además con la aprobación de la Junta de Revisión Institucional del Comité de Bioética de la Universidad Prince Sultan de Riad (Arabia Saudita).

Instrumentos

Se aplicó la misma batería de pruebas una semana antes y una semana después del periodo de intervención. En ambos casos, las mediciones fueron:

Evaluación cineantropométrica. La masa corporal (MC), la estatura y el índice de masa corporal (IMC) se midieron utilizando una báscula Seca Digital Column Scale (Hamburgo, Alemania). La MC se registró con una precisión de 0.1 kg y la estatura con una precisión de 0.1 cm. Las mediciones se hicieron con los sujetos descalzos y fueron realizadas por un mismo investigador. El porcentaje de grasa corporal (% grasa) se calculó mediante la siguiente fórmula: % grasa = $[(\Sigma \text{ de los pliegues abdominal, suprailíaco, subescapular, tricipital, cuádricepital y peroneal}) \cdot 1.43] + 4.56$; (González et al., 2006). Para medir los pliegues de grasa se utilizó un plicómetro Harpenden, modelo FG1056 (Sussex, Reino Unido). El tejido magro (TM) se calculó mediante la siguiente fórmula: $TM = \text{masa total (kg)} - \text{masa grasa (kg)}$.

Valoración de fuerza. Previa realización de los test, los participantes en el estudio realizaron el siguiente calentamiento: a) fase de activación con cinco minutos de ejercicio aeróbico, b) fase de movilidad musculoesquelética, donde se movilizaban las principales articulaciones en orden cefalocaudal, c) fase de calentamiento específico, con una serie de 10 saltos verticales sin y con contramovimiento, más una serie de 10 repeticiones sin llegar al fallo muscular en los ejercicios de sentadilla y *press* banca.

A continuación, se procedió a la valoración de las siguientes capacidades:

1. Capacidad de salto. Se utilizaron dos test: sentadilla con salto (SS) y salto con contramovimiento (SCM). Para su medición, se hizo uso de un dispositivo Optojump (Bolzano, Italia). A fin de evitar que las diferencias en la técnica de salto entre los participantes pudiesen comprometer la validez de los resultados obtenidos en los dos test, durante la ejecución de los mismos los sujetos situaron sus manos en la cadera. Ambos test se realizaron siguiendo el protocolo de Bosco et al. (1981).

El SS se realizó partiendo de una flexión de rodillas de 90° con el tronco erguido. A continuación, el ejecutante realizaba una contracción concéntrica de la musculatura extensora de la rodilla, manteniendo el tronco en posición vertical durante la fase de vuelo. En el SCM, se partía de la posición de bipedestación. El test se inició con una rápida flexión de rodillas hasta alcanzar un ángulo de 90°. Inmediatamente después, el sujeto realizó una contracción concéntrica de la musculatura de la rodilla, manteniendo también el tronco en posición vertical. Cada participante dispuso de dos intentos tanto en el SS como en el SCM, y tan solo se registró la mejor marca obtenida.

2. Fuerza máxima. Se realizaron dos test: sentadilla (SQ) y *press* banca (PB). La SQ se utilizó para medir la fuerza máxima del tren inferior. Se hizo uso de una barra olímpica y de discos olímpicos. Partiendo de la posición de bipedestación, los ejecutantes situaron la barra olímpica en las fibras superiores del músculo trapecio, mientras que sus pies se encontraban separados a la anchura de los hombros. A continuación, se les pidió que flexionasen sus rodillas hasta que sus muslos se encontrasen paralelos al suelo. Posteriormente, deberían retornar a la posición inicial. Por su parte, el PB se utilizó para la medición de la fuerza máxima del tren superior. Para llevar a cabo este test, los sujetos se colocaron en posición decúbito supino en un banco de *press* banca Hammer Strength, con la cabeza y la cadera en posición neutra. A continuación, se les indicó que debían asir la barra a la anchura de los hombros. Partiendo de esta posición y con los codos extendidos, la barra debía descender hasta contactar con el pecho y ascender posteriormente hasta alcanzar la posición inicial (National Strength and Conditioning Association, 2017). Tanto en la sentadilla como en el *press* banca, se registró el mejor resultado de dos intentos. Dado que los sujetos carecían de experiencia en el entrenamiento de fuerza, el cálculo del 1RM se hizo mediante el uso de la fórmula de Lander (Felipe et al., 2013). Los dos test se realizaron con el 80 % del 1RM estimado de cada sujeto y tan solo se registraron las repeticiones realizadas correctamente.

3. Fuerza máxima relativa. Una vez estimado el 1RM de cada sujeto en la sentadilla y en el *press* banca, se calculó su fuerza relativa en el *press* banca (FMR PB) y en la sentadilla (FMR SQ). Para ello se hizo uso del coeficiente de Wilks, cuya fórmula es la siguiente: $\text{coeficiente} = 500 / (a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5)$; siendo (en el caso de los hombres): $x = MC$ en kg del sujeto; $a = -216.0475144$; $b = 16.2606339$; $c = -.002388645$; $d = -.00113732$; $e = 7.01863E-06$; $f = -1.291E-08$. Esta fórmula es un método validado para comparar la fuerza relativa de sujetos con pesos diferentes, puesto que los multiplicadores de masa corporal favorecen a las personas de pesos ligeros y no tienen en cuenta las relaciones alométricas (García-Manso et al., 2010).

Procedimiento

Una vez finalizado el pretest, los 33 sujetos incluidos en el estudio fueron divididos en tres grupos experimentales: grupo de entrenamiento con autocargas (GEAC), grupo de entrenamiento con máquinas de musculación (GEMM) y grupo de entrenamiento con peso libre (GEPL). A fin de dotar al estudio de una mayor validez interna, conseguir que los grupos tuviesen una mayor homogeneidad y reducir la varianza intergrupo, se utilizó el siguiente procedimiento para asignar los sujetos a cada uno de los tres grupos experimentales: en virtud de las marcas obtenidas en el test de 1RM en sentadilla, se dividió a los participantes en 11 clústeres compuestos por tres sujetos cada uno. Los sujetos con las tres mejores marcas fueron asignados al clúster uno, los sujetos con la cuarta, quinta y sexta marca al clúster dos, y así sucesivamente. Posteriormente, para evitar la influencia de posibles variables extrañas no asignadas a clústeres, cada uno de los tres miembros de

los 11 bloques fue enviado de forma aleatoria a uno de los tres diferentes grupos experimentales.

El proceso de intervención tuvo una duración de ocho semanas. El programa respetó los principios de entrenamiento deportivo y las recomendaciones establecidas por el American College of Sports Medicine para el entrenamiento de fuerza con principiantes. En resumen, se realizaron tres series en cada ejercicio, de 6 a 12 repeticiones por serie, y el tiempo de descanso estuvo comprendido entre uno y dos minutos. Dentro de la sesión de entrenamiento, los ejercicios destinados a fortalecer los grupos musculares de mayor tamaño precedieron a los de menor tamaño, y los multiarticulares a los monoarticulares. Se incluyeron contracciones excéntricas y concéntricas (American College of Sports Medicine, 2009).

Los parámetros de entrenamiento aplicados a los tres grupos fueron idénticos (Tabla 1). En cambio, los ejercicios fueron diferentes en cada uno de los grupos (Tabla 2).

Tabla 1

Características del entrenamiento aplicado a los tres grupos experimentales.

	Semanas 1 y 2	Semanas 3 y 4	Semanas 5 y 6	Semanas 7 y 8
Intensidad	62 %	62 % - 67 % - 72 %	72 %	76 %
Series	3	3	3	3
Repeticiones	12	12 - 10 - 8	8	6
Descanso	1'	1' 30"	2	2
Carácter del esfuerzo	Mayor número posible de repeticiones por serie			

Tabla 2

Ejercicios de fuerza utilizados por cada uno de los tres grupos experimentales.

	GEAC	GEMM	GEPL
Flexores de tronco	Elevaciones de tronco	Encorvada abdominal en máquina	Elevaciones de tronco con sobrecarga
Extensores de tronco	Elevaciones de pelvis	Lumbar en máquina	Lumbar en silla romana con sobrecarga
Pierna	Step up y sentadilla búlgara	Prensa de piernas	Tijeras con barra olímpica o lunge
Pectoral	Planchas (manos separadas)	Press vertical	Press con mancuernas
Espalda	Dominadas (posición horizontal, oblicua y vertical), agarre dorsal amplio	Remo en polea baja	Remo con mancuernas
Extensores de codo	Fondos (manos separadas a la anchura de los hombros)	Tríceps en máquina	Patada de tríceps
Flexores de codo	Dominadas (posición horizontal, oblicua y vertical), agarre palmar a la anchura de los hombros	Curl de bíceps en máquina Scott	Curl alterno con mancuernas

Nota. GEAC: grupo de entrenamiento con autocargas; GEMM: grupo de entrenamiento con máquinas de musculación; GEPL: grupo de entrenamiento con peso libre.

Para estimar la intensidad de entrenamiento en el GEMM y en el GEPL, durante la semana del pretest se calculó el 1RM para los ejercicios utilizados por ambos grupos mediante el uso del test de Lander. Posteriormente, durante el periodo de intervención y para igualar la intensidad de entrenamiento de los tres grupos, se hizo uso de la escala OMNI-RES para entrenamientos de fuerza (Robertson et al., 2003). Asimismo, en todas las sesiones de entrenamiento se prestó especial atención al carácter del esfuerzo durante la realización de cada ejercicio que fue (al igual que el resto de parámetros de entrenamiento) idéntico para los tres grupos.

Análisis estadístico

El análisis de los resultados se realizó con el programa informático IBM SPSS V.22®. Los datos se presentan mediante el formato media aritmética (desviación típica). Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para contrastar la normalidad de la distribución y la prueba de Levene para verificar la homogeneidad de varianzas. Para valorar los efectos del entrenamiento, se realizó un ANOVA de dos factores de medidas repetidas (ANOVA-MR). Cuando se hallaron valores de p significativos, se llevó a cabo un análisis *post hoc* con ajuste de Bonferroni para identificar las diferencias. El tamaño del efecto intrasujeto se calculó mediante la d de Cohen, considerando un valor $d=.2$ como pequeño, $d=.5$ mediano, y $d=.8$ grande. El tamaño de efecto intersujeto se estimó mediante el parámetro eta cuadrado (η^2). Valores de $\eta^2=.1$, $.25$, y $.40$ fueron considerados respectivamente como tamaños de efecto pequeños, medianos y grandes (Cohen, 1988). El nivel de significación establecido fue de $p=.05$.

Resultados

No se observaron diferencias entre los grupos en ninguna de las variables dependientes evaluadas antes del inicio del entrenamiento. El ANOVA-MR indicó la ausencia de interacción tiempo*grupo y de efecto principal de tiempo en la MC y en el IMC. En cambio, se verificó la existencia de efecto principal de tiempo en el TM ($p=.01$; $\eta^2=.247$) y en el % grasa ($p=.002$; $\eta^2=.650$). Asimismo, se constató la interacción tiempo*grupo para las siguientes variables: SS ($p=.02$; $\eta^2=.325$), SCM ($p=.007$; $\eta^2=.389$), PB ($p=.001$; $\eta^2=.594$), SQ ($p=.001$; $\eta^2=.58$), FMR PB ($p=.000$; $\eta^2=.564$) y FMR SQ ($p=.000$; $\eta^2=.547$).

Con respecto a las diferencias intersujeto, el análisis *post hoc* permitió constatar que las mejoras obtenidas por el GEPL tras el proceso de intervención fueron significativamente superiores a las obtenidas por el GEAC en todos los test de fuerza (SS: $p=.023$; SCM: $p=.003$; PB: $p=.002$; SQ: $p=.035$; FMR PB: $p=.007$; FMR SQ: $p=.036$). El GEPL también obtuvo mejoras significativamente superiores a las logradas por el GEMM en todos los test de fuerza, excepto en el SCM (SS: $p=.014$; PB: $p<.045$; SQ: $p=.004$; FMR PB: $p<.041$; FMR SQ: $p<.018$). Por el contrario, no hubo diferencias significativas entre las mejoras alcanzadas por el GEMM y las obtenidas por el GEAC.

En cuanto a las comparaciones intrasujeto (Tabla 3), no se observaron mejoras significativas en el GEAC en ninguna de las variables analizadas. En el GEMM se registraron mejoras significativas en todos los parámetros de fuerza y en el % grasa. Finalmente, en el GEPL se constataron aumentos significativos en todas las mediciones de fuerza, en el % grasa y en el TM.

Tabla 3

Cambios registrados en las variables cineantropométricas y en los niveles de fuerza tras la aplicación de los tres protocolos de entrenamiento.

	Grupo	Pretest	Posttest	Cohen d	p
MC	GEAC	74.5 (4.64)	74.3 (4.63)	0.04	.14
	GEMM	74.4 (5.83)	74.5 (5.81)	0.01	.36
	GEPL	74.2 (4.77)	74.5 (4.93)	0.06	.11
IMC	GEAC	23.98 (1.22)	23.95 (0.98)	0.02	.90
	GEMM	23.88 (1.60)	23.78 (1.61)	0.06	.47
	GEPL	23.94 (1.39)	24.03 (1.40)	0.06	.12
TM	GEAC	62.16 (3.42)	62.11 (3.41)	0.01	.52
	GEMM	61.97 (4.23)	62.08 (4.23)	0.02	.62
	GEPL	61.87 (3.35)	62.31 (3.54)	0.12	.02*

Nota. MC: masa corporal; IMC: índice de masa corporal; TM: tejido magro; % grasa: porcentaje de grasa; SS: sentadilla con salto; SCM: salto con contramovimiento; PB: *press* banca; SQ: sentadilla; FMR PB: fuerza máxima relativa en *press* banca; FMR SQ: fuerza máxima relativa en *press* banca; GEAC: grupo de entrenamiento con autocargas; GEMM: grupo de entrenamiento con máquinas de musculación; GEPL: grupo de entrenamiento con peso libre; *: mejora significativa entre el pretest y el posttest; +: mejora significativa entre el GEPL y el GEAC; #: mejora significativa entre el GEPL y el GEMM.

Tabla 3 (Continuación)

Cambios registrados en las variables cineantropométricas y en los niveles de fuerza tras la aplicación de los tres protocolos de entrenamiento.

	Grupo	Pretest	Posttest	Cohen <i>d</i>	<i>p</i>
% grasa	GEAC	16.54 (1.25)	16.39 (1.25)	0.11	.101
	GEMM	16.60 (1.59)	16.38 (1.50)	0.14	.0001*
	GEPL	16.57 (1.41)	16.30 (1.55)	0.18	.0063*
SS	GEAC	31.90 (2.12)	32.46 (1.91)	0.27	.10
	GEMM	31.7 (2.17)	32.6 (2.20)	0.41	.0001*
	GEPL	31.60 (1.90)	33.12 (1.65)	0.85	.0001*++
SCM	GEAC	35.05 (1.91)	35.63 (1.79)	0.31	.14
	GEMM	34.96 (2.31)	36.58 (2.41)	0.68	.0001*
	GEPL	34.61 (1.88)	37.25 (1.30)	1.63	.0003*+
PB	GEAC	53.40 (6.07)	54.90 (4.02)	0.28	.25
	GEMM	53.1 (6.31)	55.9 (6.67)	0.43	.001*
	GEPL	53.30 (4.08)	60.90 (4.83)	1.69	.000*++
SQ	GEAC	82.32 (6.5)	84.57 (7.5)	0.32	.19
	GEMM	82.27 (5.70)	85.87 (5.39)	0.64	.0001*
	GEPL	81.88 (5.50)	91.43 (6.67)	1.56	.0001*++
FMR PB	GEAC	38.63 (5.78)	39.46 (4.28)	0.16	.41
	GEMM	38.18 (4.88)	40.19 (4.97)	0.41	.002*
	GEPL	38.31 (1.94)	43.72 (2.02)	2.73	.0001*++
FMR SQ	GEAC	59.25 (6.39)	60.91 (6.20)	0.26	.18
	GEMM	59.30 (5.17)	61.89 (4.95)	0.51	.0001*
	GEPL	58.89 (2.61)	65.58 (3.03)	2.36	.0001*++

Nota. MC: masa corporal; IMC: índice de masa corporal; TM: tejido magro; % grasa: porcentaje de grasa; SS: sentadilla con salto; SCM: salto con contramovimiento; PB: *press* banca; SQ: sentadilla; FMR PB: fuerza máxima relativa en *press* banca; FMR SQ: fuerza máxima relativa en *press* banca; GEAC: grupo de entrenamiento con autocargas; GEMM: grupo de entrenamiento con máquinas de musculación; GEPL: grupo de entrenamiento con peso libre; *: mejora significativa entre el pretest y el posttest; ++: mejora significativa entre el GEPL y el GEAC; #: mejora significativa entre el GEPL y el GEMM.

Discusión

Con el presente estudio se ha constatado que un entrenamiento con autocargas de ocho semanas no genera mejoras cineantropométricas. El GEMM consiguió reducir el % grasa, mientras que el GEPL, además de disminuir el % grasa, también logró incrementar el tejido magro. De estos resultados se desprende que el entrenamiento con peso libre es el más eficaz de los empleados para conseguir cambios en la composición corporal. Pero dado que los tamaños de efecto conseguidos tanto por el GEMM como por el GEPL fueron pequeños, también cabe pensar que la consecución de mejoras sustanciales en la composición corporal requiere la aplicación de entrenamientos de fuerza cuya duración sea sensiblemente superior a las ocho semanas.

El GEAC tampoco obtuvo mejoras significativas en los niveles de fuerza. Este hallazgo concuerda con un estudio realizado por Martínez y Cuadrado (2003) con jugadores de balonmano. Dichos autores demostraron que un entrenamiento de fuerza tradicional y especialmente otro combinado (ejercicios de fuerza encadenados con movimientos explosivos) son eficaces en la mejora de la fuerza máxima y de la fuerza explosiva, mientras que un entrenamiento realizado con autocargas no genera mejoras significativas en ninguna de las dos manifestaciones de fuerza mencionadas previamente. Sin embargo, el motivo por el cual el entrenamiento con autocargas no es eficaz en la mejora de variables de fuerza y cineantropométricas no está del todo claro. Una de las razones podría ser que,

con esta metodología, se produce una menor estimulación muscular aun cuando el carácter del esfuerzo es idéntico al empleado con ejercicios con cargas. Otra posible causa sería la menor funcionalidad de los ejercicios en comparación con los realizados con peso libre. Y esto es debido a que cuando se utilizan autocargas, para graduar la intensidad de los ejercicios, es preciso modificar ángulos y posiciones de trabajo, de modo que en ocasiones se utilizan posiciones menos naturales. Aun así, no se puede descartar por completo que la ausencia de adaptaciones se deba a las dificultades para cuantificar la intensidad de los entrenamientos realizados con autocargas.

Por su parte, el GEMM y el GEPL mejoraron sus resultados en todos los test de fuerza realizados. Además, el entrenamiento con peso libre resultó ser más eficaz que las máquinas de musculación a la hora de incrementar la fuerza máxima, la fuerza explosiva y la fuerza máxima relativa. Estos resultados difieren de los obtenidos por Schwanbeck (2018), en un estudio realizado también con jóvenes en edad universitaria, en el que hallaron que tanto las máquinas de musculación como los ejercicios realizados con peso libre generan incrementos similares en el TM y en la fuerza. En la misma línea, el American College of Sports Medicine (2009) y Fisher et al. (2011), tras realizar sendas revisiones sistemáticas de diversas investigaciones de fuerza, concluyeron que ambas metodologías generan mejoras de fuerza semejantes.

Sin embargo, también existen investigaciones cuyos resultados concuerdan con el presente estudio. Wirth et al. (2016) compararon la eficacia de un entrenamiento de fuerza del tren inferior mediante el uso de la sentadilla y de la prensa de piernas. El grupo que entrenó con sentadilla logró mejores resultados en el SS y en el SCM. Los autores lo atribuyen a la mayor funcionalidad de la sentadilla y a su mayor similitud con los test de salto en relación a la prensa de piernas. Shaner et al. (2014), en una investigación similar, en la que se compararon los dos mismos ejercicios, verificaron que la sentadilla genera una respuesta aguda hormonal mayor en la hormona de crecimiento, en la testosterona y en cortisol, además de una frecuencia cardíaca más elevada y una concentración de lactato superior. En otra investigación previa (Shaner, 2012) también se pudo comprobar que la liberación aguda de testosterona y de hormona del crecimiento es superior tras la realización de la sentadilla que después de la ejecución de la prensa de piernas. Pero además de los factores de tipo hormonal, otro motivo por el cual los entrenamientos con peso libre podrían ser más eficaces que los ejecutados con máquinas de musculación es que, en los ejercicios realizados con peso libre, los requerimientos de estabilización son más elevados, y esta circunstancia exige una mayor activación

muscular (García y Requena, 2011). Fletcher y Bagley (2014) y Schick et al. (2010) señalan asimismo que la ventaja de realizar la sentadilla con barra en comparación con la máquina Smith es que los requerimientos de estabilización se producen en los tres planos de movimiento. De este modo, se incrementa la dificultad coordinativa del ejercicio, dado que el ejecutante ha de controlar la carga y el movimiento, sincronizando además las acciones que realizan un número más elevado de músculos fijadores, sinergistas y antagonistas. Estos autores también destacan la mayor funcionalidad de la sentadilla y entienden que la transferencia de las ganancias de fuerza logradas con la sentadilla a otras situaciones motrices es más factible que cuando se trabaja con máquinas que estabilizan el movimiento. En este punto debemos recordar que, en el presente estudio, para evitar el efecto aprendizaje, el ejercicio de fuerza empleado por el GEPL durante el proceso de intervención para desarrollar la fuerza en el tren inferior (tijeras con barra o *lunges*) fue diferente al empleado en el pretest y en el posttest con los tres grupos experimentales para valorar su fuerza en las extremidades inferiores (sentadilla). Y, aun así, las mejoras de fuerza obtenidas por el GEPL son significativamente superiores a las de los otros dos grupos. Por tanto, cabe interpretar que las tijeras poseen también mayor funcionalidad que la prensa de piernas.

En consecuencia, a tenor de los resultados del presente estudio y teniendo en cuenta también los estudios previos, entendemos que cuando el objetivo del entrenamiento es incrementar la fuerza máxima o la fuerza explosiva se ha de optar preferentemente por el uso de ejercicios de peso libre. Las máquinas de musculación también pueden ser utilizadas, ya que permiten obtener mejoras en los niveles de fuerza. Pero se ha de tener presente que varios estudios coinciden en señalar que dichas mejoras podrían ser inferiores a las logradas con peso libre. Con respecto a las autocargas, la actual evidencia científica nos indica que no permiten la consecución de mejoras significativas en la composición corporal ni en los niveles de fuerza. Por consiguiente, deberían ser utilizadas exclusivamente en caso de que no exista la posibilidad de entrenar haciendo uso de pesas o máquinas de musculación. Pero, aun así, se necesitan más estudios que confirmen que los entrenamientos con peso libre proporcionan mejores resultados que los trabajos con máquinas de musculación y que estos últimos son más eficaces que las autocargas.

Para finalizar, es preciso mencionar que la principal limitación del estudio fue el reducido tamaño muestral. Haber contado con un número más elevado de participantes le habría conferido a la presente investigación una mayor potencia estadística.

Conclusión

Un entrenamiento de fuerza de ocho semanas, aplicado a varones en edad universitaria, fue más eficaz a la hora de incrementar la fuerza y el tejido magro al realizarlo con peso libre que al efectuarlo con máquinas de musculación. La utilización de autocargas no generó mejoras cineantropométricas ni de los niveles de fuerza. Sin embargo, en este último caso, no se puede descartar por completo que la ausencia de adaptaciones se deba a las dificultades para cuantificar la intensidad de la carga.

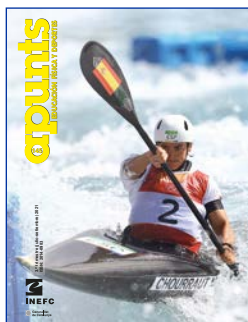
Referencias

- American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 687-708. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>
- Bosco, C., Komi, P. V. & Ito, A. (1981). Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta physiologica Scandinavica*, 111(2), 135-140.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd Edition). Hillsdale; NJ Erlbaum.
- Copeland, J.L., Good, J. & Dogra, S. (2019). Strength training is associated with better functional fitness and perceived healthy aging among physically active older adults: a cross-sectional analysis of the Canadian Longitudinal Study on Aging. *Aging Clinical and Experimental Research*, 31(9), 1257-1263. <https://doi.org/10.1007/s40520-018-1079-6>
- Felipe, P., Avella, R.E. & Medellín, J.P. (2013). Comparación de las fórmulas indirectas y el método de Kraemer y Fry para la determinación de la fuerza dinámica máxima en press banco plano. *EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, (Argentina) Año 17, (176)*. Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd176/la-fuerza-dinamica-maxima-en-press-banco-plano.htm>
- Fisher, J., Steele, J., Bruce-Low, S. & Smith, D. (2011). Evidence-Based Resistance Training Recommendations. *Medicina Sportiva*, 15, 147-162. <https://doi.org/10.2478/v10036-011-0025-x>
- Fletcher, I.M. & Bagley, A. (2014). Changing the stability conditions in a back squat: The effect on maximum load lifted and erector spinae muscle activity. *Sports biomechanics*, 13(4), 380-390. <https://doi.org/10.1080/14763141.2014.982697>
- García-Manso, J.M., Martín-González, J.M. & Da Silva-Grigoletto, M.E. (2010). Aparición de leyes de potencia en el deporte. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 3(1), 23-28.
- García, I. & Requena, B. (2011). Repetition Maximum Squat: Measurement Procedures for Determining Factors. *Apunts Educación Física y Deportes*, 104, 96-105. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2011/2\).104.10](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2011/2).104.10)
- González, J., Sánchez, P. & Mataix, J. (2006). Valoración del estado nutricional. En J. González, P. Sánchez & J. Mataix (Eds.), *Nutrición en el deporte y ayudas ergogénicas y dopaje* (p. 273). Editorial Díaz de Santos.
- Harrison, J.S. (2010). Bodyweight Training: A Return To Basics. *Strength and Conditioning Journal*, 32(2), 52-55. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181d5575c>
- López-Miñarro, P.A. (2002). Conceptualización de mito, falsa creencia y práctica errónea. En P.A. López-Miñarro (Eds.), *Mitos y falsas creencias en la práctica deportiva* (pp. 15-24). Barcelona: Inde.
- Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A., Brewer, C., Pierce, K. C., McCambridge, T. M., Howard, R., Herrington, L., Hainline, B., Micheli, L. J., Jaques, R., Kraemer, W. J., McBride, M. G., Best, T. M., Chu, D. A., Alvar, B. A. & Myer, G. D. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *British journal of sports medicine*, 48(7), 498-505. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092952>
- Martínez, I. & Cuadrado, G. (2003). *Estudio de la influencia en los factores de rendimiento del balonmano de distintos métodos del trabajo de la fuerza* (tesis doctoral inédita). Universidad de León, León.
- National Strength and Conditioning Association. (2017). NSCA Strength and Conditioning Professional Standards and Guidelines. *Strength & Conditioning Journal*, 39(6), 1-24. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000348>
- Raya-González, J. & Sánchez-Sánchez, J. (2018). Strength Training Methods for Improving Actions in Football. *Apunts Educación Física y Deportes*, 132, 72-93. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2018/2\).132.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2018/2).132.06)
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J. & Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(2), 333-341. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A>
- Ruiz, J. (2008). *La condición física como determinante de salud en personas jóvenes* (tesis doctoral inédita). Universidad de Granada, Granada.
- Schick, E.E., Coburn, J.W., Brown, L.E., Judelson, D.A., Khamoui, A.V., Tran, T.T. & Uribe, B.P. (2010). A comparison of muscle activation between a Smith machine and free weight bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(3), 779-84. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc2237>
- Schwanbeck, S.R. (2018). *The Effects of Training with Free Weights or Machines on Muscle Mass, Strength, and Testosterone and Cortisol Levels* (tesis doctoral inédita). Universidad de Saskatchewan, Saskatoon, Canada.
- Seguin, R.A., Eldridge, G., Lynch, W. & Paul, L.C. (2013). Strength Training Improves Body Image and Physical Activity Behaviors Among Midlife and Older Rural Women. *Journal of Extension*, 51(4).
- Shaner, A.A. (2012). *Hormonal response to free weight and machine weight resistance exercise* (tesis de maestría). Universidad del Norte de Texas, Texas.
- Shaner, A.A., Vingren, J.L., Hatfield, D.L., Budnar, R.G., Duplanty, A.A. & Hill, D.W. (2014). The acute hormonal response to free weight and machine weight resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning*, 28(4), 1032-1040. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000317>
- Thompson, W.R. (2014). Worldwide survey of fitness trends for 2015: What's driving the market. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 18(6), 8-17. <https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000073>
- Thompson, W.R. (2017). Worldwide survey of fitness trends for 2018 The CREP Edition Apply It. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 21(6), 10-19. <https://doi.org/10.1249/FIT.00000000000000438>
- Wirth, K., Keiner, M., Hartmann, H., Sander, A. & Mickel, C. (2016). Effect of 8 weeks of free-weight and machine-based strength training on strength and power performance. *The Journal of Human Kinetics*, 53(1), 201-210. <https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0023>

Conflicto de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la url <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES



Editado por:
© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

***Correspondencia:**
Luis A. Berlanga
luis.berlanga@ufv.es

Sección:
Entrenamiento deportivo

Idioma del original:
Castellano

Recibido:
23 de noviembre de 2020

Aceptado:
30 de marzo de 2021

Publicado:
1 de julio de 2021

Portada:
Maïalen Chourraut (ESP)
compitiendo en los
Juegos Olímpicos de
Río de Janeiro (2016),
estadio Whitewater.
Semifinal de kayak
femenino (K1).
REUTERS / Ivan Alvarado

Efectos de la recuperación activa versus pasiva en *press* de banca

Luis A. Berlanga^{1*} , Michelle Matos-Duarte¹  & José López-Chicharro² 

¹ Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Francisco de Vitoria, Madrid (España).

² Grupo FEBIO, Universidad Complutense de Madrid, Madrid (España).

Citación

Berlanga, L.A., Matos-Duarte, M. & López-Chicharro, J. (2021). Effects of Active vs. Passive Recovery in Bench Press. *Apunts Educación Física y Deportes*, 145, 17-24. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/3\).145.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/3).145.03)

Resumen

La recuperación entre series en ejercicios de fuerza es una de las variables de las que depende el rendimiento físico y sobre la que no se ha investigado demasiado. La mayoría de las investigaciones al respecto se han centrado en el estudio de diferentes intervalos de recuperación, es decir, en la variable duración; sin embargo, nuestro objetivo es analizar si la recuperación activa podría minimizar la pérdida de potencia en comparación con la recuperación pasiva tradicional, manteniendo la duración constante entre ambos protocolos. Para ello, 14 voluntarios jóvenes entrenados realizaron dos series de ocho repeticiones y una tercera serie hasta el fallo muscular en *press* de banca con la carga óptima para el desarrollo de la potencia máxima separando cada serie con dos minutos de recuperación pasiva, sin actividad, o activa, realizando 60 segundos de *press* vertical de pecho a una velocidad de ejecución lenta y con una carga baja. La recuperación activa logró que la pérdida de potencia intraseries fuera menor en comparación con la recuperación pasiva, siendo esta diferencia estadísticamente significativa en la primera y la tercera serie (13.34 % vs. 18.84 %, $p = .006$; y 13.38 % vs. 17.53 %, $p = .001$; respectivamente). Además, observamos una discreta pero significativa mayor percepción del esfuerzo en la segunda serie (4.5 vs. 5.0, $p = .033$). En conclusión, la recuperación activa podría ser un estímulo adecuado para minimizar la pérdida del rendimiento intrasesión y mejorar la percepción del esfuerzo en ejercicios de fuerza.

Palabras clave: fuerza, potencia, recuperación, rendimiento.

Introducción

Entre las variables que podemos controlar para conformar programas de entrenamiento de fuerza, la recuperación entre series ha sido escasamente estudiada en la literatura científica (Hernández-Davó et al., 2016). Sabemos que la realización de más de una serie durante los entrenamientos de fuerza podría ser más efectiva para alcanzar los objetivos deseados al aumentar el volumen del entrenamiento (Schoenfeld, 2016), por lo que la recuperación entre series es un parámetro clave a tener en cuenta en la prescripción de cualquier programa de ejercicios y debería recibir mayor atención para lograr una prescripción óptima (de Salles et al., 2009).

Si bien es cierto que existen algunas investigaciones que han analizado diferentes tipos de recuperación entre series en entrenamientos de fuerza, estas se han centrado principalmente en evaluar cómo influyen diferentes intervalos de tiempo sobre parámetros fisiológicos y/o de rendimiento con el fin de determinar cuál es el tiempo óptimo de recuperación entre series en función de los objetivos que se persigan (Abdessemed et al., 1999; Henselmans y Schoenfeld, 2014; Hernández-Davó et al., 2017; Hernández-Davó et al., 2016; Martorelli et al., 2015; Senna et al., 2016; Willardson, 2006). Así, estas investigaciones se han centrado en la variable duración del periodo de recuperación entre series. Además, hay que destacar que existe una heterogeneidad importante en dichas investigaciones, no solo en las muestras sobre las que se ha investigado (hombres y mujeres, diferencia de edad, diferentes niveles de condición física, etc.), sino también en los parámetros evaluados (número máximo de repeticiones que la persona es capaz de completar, porcentaje de pérdida de velocidad, potencia manifestada, concentración de lactato en sangre, etc.). En este sentido, consideramos que, en el contexto del rendimiento físico, la investigación sobre diferentes tipos de recuperación entre series en un entrenamiento de fuerza debería centrarse en evaluar sus efectos sobre la potencia manifestada por los participantes.

La manifestación de la máxima potencia depende fundamentalmente de las vías metabólicas que acontecen en el citoplasma celular del músculo esquelético, clásicamente conocidas como anaeróbicas, entre las que destaca principalmente el sistema de los fosfágenos (ATP y fosfocreatina, PCr) (Mougios, 2020). La recuperación entre series, por tanto, debería permitir una resíntesis completa o cuasi completa de este sistema para poder rendir al máximo posible durante las series sucesivas. En los primeros 30 segundos de recuperación tras un esfuerzo breve e intenso, como puede ser la realización de una serie durante un entrenamiento de fuerza, se puede restaurar el 50 % de los niveles iniciales de PCr, y a los dos minutos podríamos haber resintetizado hasta el 90 % (Chicharro y Fernández-Vaquero, 2018). La síntesis de PCr se realiza gracias a las vías metabólicas aeróbicas, por lo que se precisa oxígeno para restablecer el sistema de

los fosfágenos utilizado durante el esfuerzo realizado. Por lo tanto, con el empleo de una recuperación activa entre series en ejercicios de fuerza podríamos facilitar la irrigación del tejido musculoesquelético para mejorar el aporte de oxígeno a las células musculares que podría facilitar el restablecimiento del sistema de los fosfágenos. Con ello, se podría mejorar el rendimiento en las series sucesivas durante un entrenamiento de fuerza (Gill et al., 2006; Latella et al., 2019).

Varios autores han investigado cómo afecta la duración de los intervalos de recuperación sobre la manifestación de potencia en series sucesivas durante la ejecución de un ejercicio de fuerza (Hernández-Davó et al., 2016). Así, se sugiere que para el entrenamiento de la potencia muscular los intervalos de descanso deben ser de entre 2 y 5 minutos, en función del tipo de ejercicio o esfuerzo que se realice (Willardson, 2006). La decisión debe tomarse con el objetivo de alcanzar la máxima, sino completa, resíntesis del sistema de los fosfágenos en el menor tiempo posible. De lo contrario, en las series sucesivas intervendría predominantemente la glucólisis citosólica como ruta metabólica que satisfaría la demanda energética del esfuerzo, con la consecuente acumulación de metabolitos (principalmente, lactato e iones H⁺), que podrían provocar la aparición prematura de fatiga muscular, además de un aporte de energía más lento que el producido por el sistema de los fosfágenos, teniendo en cuenta la potencia energética o tasa metabólica de ambos sistemas (cantidad de energía sintetizada por unidad de tiempo) (Mougios, 2020).

Por ello, el objetivo del presente trabajo ha sido comparar los efectos de la recuperación activa *versus* la recuperación pasiva sobre la pérdida de potencia y la percepción del esfuerzo en series sucesivas durante un ejercicio de fuerza.

Metodología

Nuestro estudio fue un ensayo cruzado aleatorizado, donde todos los participantes realizaron los dos tipos de intervenciones que se proponen: recuperación activa y recuperación pasiva. Cada participante visitó nuestro laboratorio en tres ocasiones. En la primera visita se llevó a cabo un test de potencia máxima (P_{máx}) en *press* de banca, seguido de un test de una repetición máxima (1RM) en *press* vertical de pecho. Además, se explicaron tanto los objetivos del estudio como el procedimiento que llevaríamos a cabo y se registraron datos demográficos de cada participante.

Todos los participantes firmaron un consentimiento informado y el tratamiento de los datos se llevó a cabo siguiendo la legislación vigente según lo establecido por la Ley orgánica 15/1999 de protección de datos personales y el Real decreto 1720/2007, así como los principios enunciados en la Declaración de Helsinki (Association, 2013). El presente estudio cuenta con la resolución favorable del Comité de Ética de Investigación de la Universidad Francisco de Vitoria (42/2018), donde se llevó a cabo la investigación.

Participantes

14 estudiantes varones participaron en el presente estudio. El tamaño muestral se calculó mediante el programa G*Power 3.1.9.2 usando el grupo de pruebas *t* y la diferencia entre dos medias dependientes para muestras emparejadas según las pruebas estadísticas para muestras relacionadas (Faul et al., 2007); considerando una hipótesis a una cola, una probabilidad de error α de .05, una potencia ($1-\beta$ probabilidad de error) de .80 y un tamaño del efecto de .80 (Cohen, 1992). Así, el tamaño total resultante fue de 12 participantes para lograr una potencia de .828, por lo que reclutamos a 14 voluntarios, considerando una posible pérdida del 15 % durante el estudio.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: hombres, con una edad comprendida entre los 18 y los 24 años, que tuvieran al menos un año de experiencia en entrenamiento de fuerza, que entrenaran habitualmente la fuerza (al menos dos días a la semana), que fueran capaces de levantar en *press* de banca, al menos, el 80 % de su peso corporal y que no tuvieran ninguna contraindicación para la práctica de ejercicio físico. Como criterios de exclusión determinamos que no cumplieran alguno de los criterios de inclusión y que no tuvieran disponibilidad para acudir a nuestro laboratorio en los días establecidos.

Se animó a todos los participantes a que mantuvieran sus hábitos de vida, en cuanto a entrenamiento físico y patrones de hidratación y alimentación, y se les advirtió de que se abstuvieran de entrenar el tren superior, al menos, 48 horas antes de los días de medición y que no consumieran caféina o alguna otra sustancia estimulante ni ninguna ayuda ergogénica, al menos, tres horas antes de las mediciones.

Procedimiento

El reclutamiento de los participantes se llevó a cabo en la Universidad Francisco de Vitoria, principalmente entre los grados en Fisioterapia y en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Los interesados debían rellenar un formulario en línea, en el que se les preguntaba su edad, su experiencia en la práctica de entrenamiento de fuerza, sus hábitos de ejercicio en la actualidad y si presentaban algún tipo de contraindicación para la práctica de ejercicio físico. A partir de las respuestas, se filtraron los resultados para reclutar a aquellos participantes que cumplían con los criterios de inclusión establecidos.

Todos los participantes visitaron nuestro laboratorio en tres ocasiones. En la primera visita, realizaron un test de P_{máx} en *press* de banca guiado, siguiendo el protocolo descrito por otros autores (Bevan et al., 2010; da Silva et al., 2015), y un test de 1RM en *press* vertical de pecho. La

sesión se iniciaba con un calentamiento general compuesto por cinco minutos de actividad cardiovascular a intensidad moderada y movilidad general de las articulaciones involucradas en el ejercicio de *press* de banca, seguido de 3-5 minutos de recuperación pasiva. A continuación se llevó a cabo un calentamiento específico que consistió en una serie de 10 repeticiones en *press* de banca guiado en rack (Evolution Deluxe Smith Machine and Rack; Titanium Strength, S.L., España) sin carga adicional (el peso de la barra es de 21 kg) a una velocidad de ejecución controlada (dos segundos la fase concéntrica y dos segundos la excéntrica), seguido de 4-5 minutos de recuperación pasiva, y realizando luego una serie de tres repeticiones con el 20 % de la 1RM estimada por el participante a la máxima velocidad de ejecución posible, seguido de 4-5 minutos de recuperación pasiva.

Tras este calentamiento se realizó el test de P_{máx}, que se llevó a cabo ejecutando series de tres repeticiones a la máxima velocidad posible con el 30 %, 40 %, 50 % y 60 % de la 1RM estimada, separando las series entre sí con una recuperación pasiva de 4-5 minutos. Al finalizar este test, se realizó la prueba de 1RM en *press* vertical de pecho, con el objetivo de determinar la carga que emplearíamos en el protocolo de recuperación activa. Este test de 1RM en *press* vertical de pecho se realizó con la ejecución de una serie hasta el fallo muscular con la carga equivalente a la 1RM estimada por el participante para dicho ejercicio, completando un total de 3-5 repeticiones máximas y calculando la 1RM según la fórmula de Brzycki (Brzycki, 1993).

A los 7 y a los 14 días, aproximadamente, después de haber realizado la primera visita al laboratorio, los voluntarios participaron en las dos intervenciones que llevamos a cabo para poder comparar las diferencias entre la recuperación activa y la pasiva. En orden aleatorio, los participantes realizaron uno de los dos protocolos siguientes, tras un calentamiento general y específico igual al realizado el primer día. En el protocolo de recuperación pasiva (PAS), realizaron dos series de ocho repeticiones a la máxima velocidad de ejecución posible con la carga óptima calculada para el desarrollo de la P_{máx} (OptLoad P_{max}, del inglés *optimal load for Pmax*) y una tercera serie hasta el fallo muscular, separando las series entre sí con una recuperación pasiva de dos minutos (Figura 1). En el protocolo de recuperación activa (ACT), los participantes realizaron dos series de ocho repeticiones a la máxima velocidad de ejecución posible con la OptLoad P_{max} y una tercera serie hasta el fallo muscular, separando las series entre sí con una recuperación activa de dos minutos en *press* vertical de pecho con el 5 %-10 % de la 1RM y a una velocidad de ejecución de dos segundos la fase concéntrica y dos segundos la excéntrica, controlada con un metrónomo (Metronome Beats 5.0.1) (Figura 2).

Protocolo de recuperación PASIVA

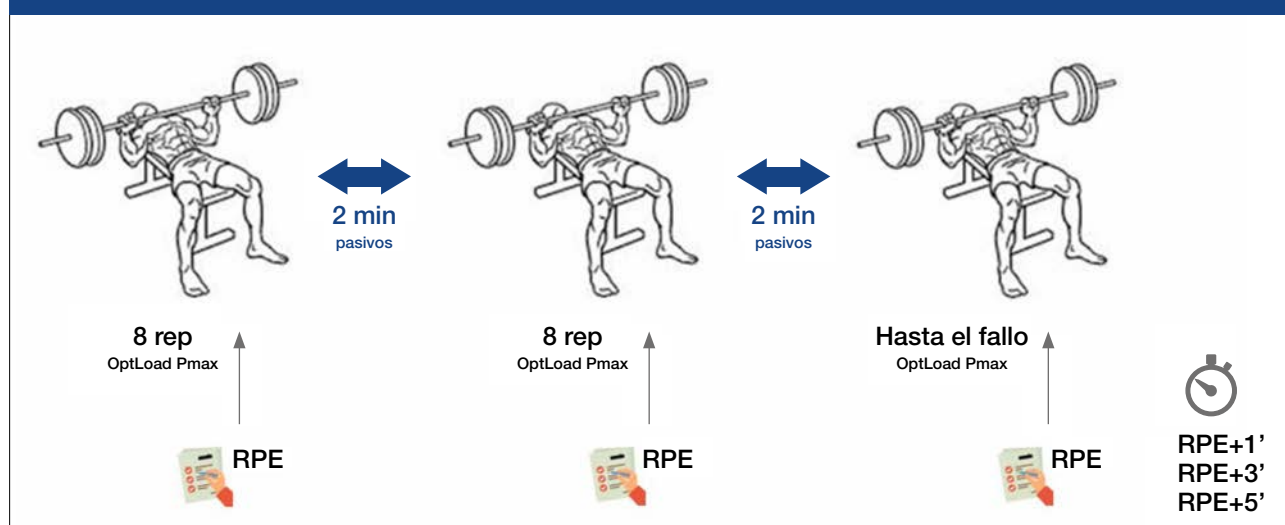


Figura 1

Protocolo de medición con recuperación pasiva.

Fuente: elaboración propia. Nota. OptLoad Pmax: carga óptima para el desarrollo de potencia máxima; RPE: percepción del esfuerzo.

Protocolo de recuperación ACTIVA

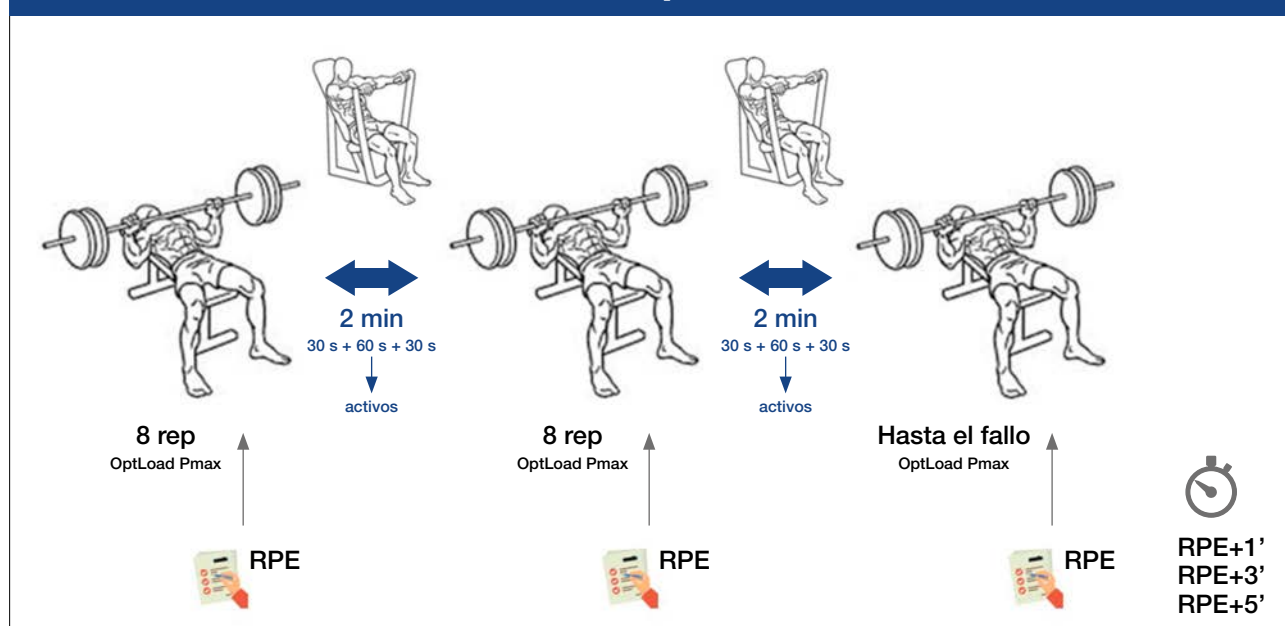


Figura 2

Protocolo de medición con recuperación activa.

Fuente: elaboración propia. Nota. OptLoad Pmax: carga óptima para el desarrollo de potencia máxima; RPE: percepción del esfuerzo.

Variables cinéticas

La potencia media propulsiva de cada repetición (MPP, del inglés *mean propulsive power*) fue registrada con un encóder lineal (Chronojump), cuya frecuencia de muestreo es de 1000 Hz, y un *software* para el análisis de datos (Chronojump 1.8.1–95), validado por Buscà y Font (2011). La pérdida de potencia media propulsiva (%Perd) fue calculada como la

diferencia entre la MPP de la primera repetición con respecto a la octava de cada serie, según los cálculos publicados por Sánchez-Medina y González-Badillo (2011) en cuanto a la evaluación de la pérdida de velocidad en entrenamientos de fuerza. El número máximo de repeticiones realizadas en la tercera serie (nRM) se registró como el número de repeticiones totales realizadas por el participante hasta el fallo muscular.

Percepción del esfuerzo

El esfuerzo percibido (RPE, del inglés *rate of perceived exertion*) fue registrado con la escala de 0 a 10 adaptada para ejercicios de fuerza, con una precisión de .5 puntos permitida para las respuestas de los voluntarios. El registro se llevó a cabo al final de cada serie (RPE 1, RPE 2 y RPE 3; respectivamente) y 1, 3 y 5 minutos tras ejecutar la última serie hasta el fallo muscular (RPE post 1', RPE post 3' y RPE post 5'; respectivamente).

Análisis estadístico

Todos los datos se analizaron utilizando el *software* estadístico SPSS 20 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). La normalidad de cada variable fue contrastada con la prueba de Shapiro-Wilk. Se realizó una prueba *t* de medidas repetidas para analizar los cambios asociados a cada protocolo (ACT vs. PAS) en las variables dependientes: potencia media propulsiva de la serie (MPP), índice de pérdida de potencia media propulsiva intraserie (%Perd) y percepción del esfuerzo (RPE). La significancia estadística fue configurada con un valor $p \leq .05$, con un intervalo de confianza del 95 %.

Resultados

Todos los datos de la muestra presentaron una distribución normal en cuanto a la edad, la altura, el peso, el índice de masa corporal (IMC), la experiencia en entrenamiento de fuerza y la Pmáx (Tabla 1).

Tabla 1

Características de la muestra.

	Total (N = 14)		
Edad (años)	22.5	±	1.2
Altura (cm)	177.9	±	4.4
Peso (kg)	77.1	±	6.3
IMC (kg/m ²)	24.4	±	2.0
Experiencia (años)	3.2	±	1.9
Pmáx (W)	705.2	±	129.3

No hubo diferencias significativas entre ambas intervenciones en la MPP de cada serie (Tabla 2).

Tabla 2

Potencia media propulsiva (W) de cada serie en ambas intervenciones.

	ACT	PAS
Serie 1	597 ± 107	590 ± 116
Serie 2	581 ± 103	593 ± 91
Serie 3	554 ± 94	564 ± 89

Nota. ACT: protocolo de recuperación activa; PAS: protocolo de recuperación pasiva.

La pérdida de MPP intraserie (%Perd) fue más baja en ACT con respecto a PAS en las tres series (13.34 % vs. 18.84 %, 15.97 % vs. 17.67 % y 13.38 % vs. 17.53 %; respectivamente), siendo estas diferencias estadísticamente significativas para la primera y la tercera serie ($p = .006$ y $p = .001$, respectivamente; $p = .084$ para la segunda serie) (Figura 3).

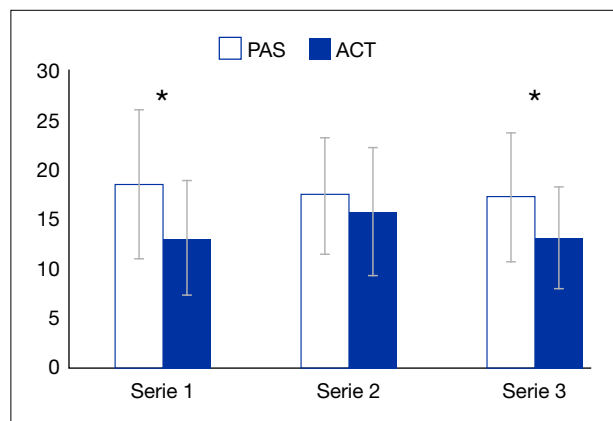


Figura 3

Pérdida de potencia media propulsiva intraserie (%) en ambas intervenciones (* $p < .05$).

Nota. ACT: protocolo de recuperación activa; PAS: protocolo de recuperación pasiva.

No hubo diferencias significativas entre ambas intervenciones en el nRM (45.7 ± 11.9 para el protocolo ACT vs. 45.6 ± 11.6 para el protocolo PAS).

El RPE fue prácticamente el mismo en ambos protocolos, aunque el resultado de la segunda serie fue significativamente más alto en ACT con respecto a PAS (4.5 vs. 5.0, $p = .033$). Asimismo, durante la recuperación tras ambos protocolos, el RPE tendió a ser ligeramente más bajo en ACT con respecto a PAS durante los registros post 1, 3 y 5 minutos (9.2 vs. 9.3, 4.8 vs. 5.1 y 3.2 vs. 3.4, respectivamente), aunque dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas (Figura 4).

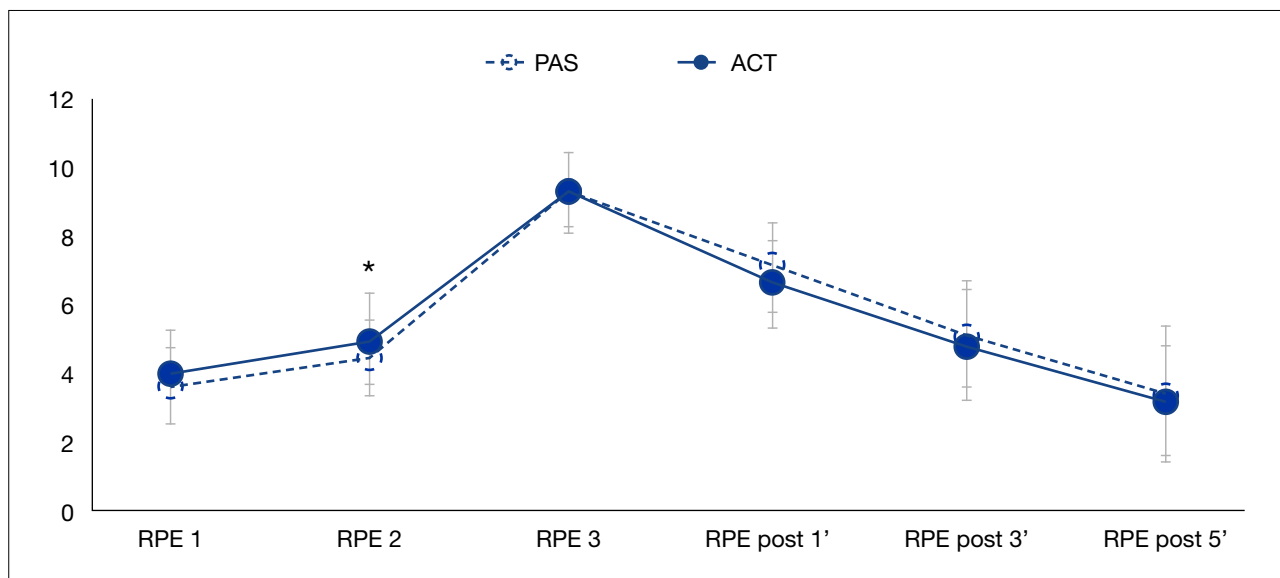


Figura 4

Percepción del esfuerzo en ambas intervenciones (* $p < .05$).

Nota. ACT: protocolo de recuperación activa; PAS: protocolo de recuperación pasiva; RPE: percepción del esfuerzo.

Discusión

Hasta donde sabemos, esta es la primera investigación que analiza los efectos sobre variables cinéticas y perceptuales en ejercicios de fuerza de una recuperación activa haciendo el mismo movimiento que el ejercicio que se evalúa. Uno de los aspectos más destacados de nuestra intervención es que la recuperación activa fue bien tolerada por todos los participantes y no produjo ningún tipo de merma en el rendimiento físico ni en la percepción del esfuerzo realizado.

Si bien no hallamos diferencias significativas entre ambas intervenciones en la MPP de cada serie, sí que hubo diferencias entre protocolos al calcular la pérdida de potencia intraserie, al observar que el protocolo de recuperación activa disminuye la pérdida de potencia entre series sucesivas en comparación con la recuperación pasiva, siendo estas diferencias estadísticamente significativas en la primera y la tercera serie. En este sentido, sabiendo que hay menor producción de creatina-cinasa (CK) cuando se comparan estímulos de recuperación activos *versus* pasivos (Gill et al., 2006) y que los estímulos activos promueven la perfusión de oxígeno y mejoran la recuperación de la musculatura implicada en un determinado esfuerzo físico (Latella et al., 2019), podríamos hipotetizar que nuestra propuesta de recuperación activa podría favorecer la irrigación sanguínea del tejido muscular, con el consecuente aporte de oxígeno que favoreciera la resíntesis de PCr y, por tanto, una mayor involucración del sistema de los fosfágenos en las series sucesivas.

En esta misma línea, Schoenfeld et al. (2019) llevaron a cabo una investigación en la que analizaron si una recuperación activa de dos minutos, compuesta por 30 segundos

de contracción isométrica voluntaria del grupo muscular implicado en el ejercicio, seguido de 90 segundos pasivos, mejoraría el rendimiento y las adaptaciones estructurales en comparación con una recuperación pasiva de la misma duración (dos minutos), realizando su intervención tres veces a la semana durante un periodo de ocho semanas. Los resultados mostraron que la recuperación activa logró una mayor hipertrofia en los miembros inferiores, pero no en los miembros superiores, aunque esta intervención no mostró mejoras significativas en comparación con la recuperación pasiva ni en la fuerza ni en la resistencia muscular como ocurrió con nuestros hallazgos en cuanto a la MPP y la nRM. Los autores defienden que la mayor hipertrofia de los miembros inferiores asociada a la recuperación activa podría deberse a que la contracción isométrica podría provocar una vasoconstricción local que haría que los metabolitos se acumularan (sobre todo H⁺), y eso propiciaría una adaptación positiva sobre la capacidad de tamponamiento de la acidosis; sin embargo, no midieron marcadores de estrés metabólico y recomiendan medirlo en futuras investigaciones.

Otros estudios han evaluado diferentes estrategias de recuperación entre series en entrenamientos de fuerza, entre los cuales destaca la revisión sistemática de Latella et al. (2019). Estos autores identificaron 396 estudios para finalmente analizar 26 de ellos que incluyeron diferentes estrategias de recuperación activa entre series como estiramientos, ejercicio aeróbico, masaje y autoliberación miofascial, vibración o electromioestimulación, entre otras. Sus conclusiones afirman que la inclusión de estímulos activos en la recuperación podría aumentar el número total de repeticiones realizables; mejorar variables cinéticas como

la fuerza, la potencia y la velocidad; aumentar la activación muscular, y disminuir la percepción del esfuerzo. Sin embargo, es importante destacar que la heterogeneidad de los estudios incluidos en esta revisión dificulta la posibilidad de extraer conclusiones a nivel general en cuanto a qué estímulos activos podrían ser los más adecuados para cada sesión de entrenamiento de fuerza. Además, ninguno de ellos investigó una recuperación activa que incluyera el mismo movimiento que el realizado durante el entrenamiento, como es nuestro caso. Aun así, estos hallazgos podrían servir para corroborar los beneficios de la recuperación activa *versus* la pasiva en entrenamientos de fuerza.

Uno de estos estímulos activos, el ejercicio aeróbico, fue analizado por Mohamad et al. (2012), quienes realizaron un estudio cruzado para comparar las respuestas agudas de cuatro tipos de intervenciones sobre diferentes parámetros fisiológicos y de rendimiento. Si bien este estímulo activo es diferente al que nosotros proponemos en el presente estudio, sus resultados mostraron que no existieron diferencias significativas entre grupos, ni en variables cinéticas, como en nuestro caso en cuanto a la MPP y la nRM; ni cinemáticas, ni en las concentraciones de lactato. Aunque, como los propios autores destacan, otros beneficios importantes que podría tener el estímulo activo en los periodos de recuperación entre series de fuerza no fueron evaluados, como la mejora de la resíntesis de sustratos energéticos, el aumento de la respuesta de hormonas anabólicas o la mayor transmisión neural, por ejemplo, que son las posibles justificaciones a nuestros hallazgos en cuanto a la menor pérdida de potencia durante el protocolo de recuperación activa en comparación con la pasiva.

Otro de los posibles mecanismos que podrían explicar la menor pérdida de potencia intraserie que hallamos con el protocolo ACT en comparación con el PAS podría deberse a una mayor excitabilidad de la placa motora inducida por el estímulo activo, que podría influir sobre la vía aferente relacionada con el umbral crítico de fatiga periférica y, por tanto, sobre el comando central, facilitando la contractibilidad muscular en las series sucesivas durante entrenamientos de fuerza (Allen et al., 2008).

A pesar de que en nuestro estudio no hemos valorado parámetros fisiológicos, como la excitabilidad de la placa motora, la lactatemia u otros indicadores de la actividad metabólica muscular, en esta línea sabemos que la actividad muscular intensa hace que desciendan los niveles de PCr, lo cual incrementa la concentración de fósforo inorgánico en la célula muscular. Además, el recambio de ATP y el aumento en la actividad metabólica citosólica aumentan la concentración de iones de H⁺, sobre todo en las fibras tipo II, en las que el pH podría caer de 7.0 a 6.2 (Kent-Braun et

al., 2012). Por lo tanto, futuras investigaciones interesadas en los efectos de la recuperación activa durante entrenamientos de fuerza deberían incluir el registro de parámetros fisiológicos como el lactato en sangre, la oxigenación muscular o los niveles de CK.

Conclusión

En conclusión, nuestros resultados demuestran que, ante una misma duración, la recuperación activa, en comparación con la recuperación pasiva tradicional, podría ser una estrategia eficaz para minimizar la pérdida de potencia y mejorar la percepción del esfuerzo en series sucesivas durante un ejercicio de fuerza en hombres jóvenes entrenados.

No obstante, una de las principales limitaciones de nuestro estudio es que no hemos incluido el registro de parámetros fisiológicos ni otros relacionados con los cambios en la excitabilidad de la placa motora o con posibles mecanismos lesionales, por ejemplo, por lo que no podemos dilucidar los mecanismos asociados a esta posible mejora. Asimismo, otra limitación es el propio diseño experimental, ya que probablemente la inclusión de un mayor número de series podría haber evidenciado con mayor claridad las diferencias entre ambos protocolos de recuperación entre las series sucesivas durante un ejercicio de fuerza, así como el uso de una escala subjetiva para valorar el esfuerzo percibido.

Futuras líneas de investigación deberían incluir y contrastar tanto parámetros fisiológicos como de rendimiento, así como también analizar los efectos de la recuperación activa *versus* pasiva en los miembros superiores y los miembros inferiores.

Referencias

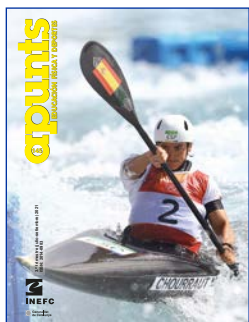
- Abdessemed, D., Duche, P., Hautier, C., Poumarat, G. & Bedu, M. (1999). Effect of recovery duration on muscular power and blood lactate during the bench press exercise. *Int J Sports Med*, 20(6), 368-373. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971146>
- Allen, D. G., Lamb, G. D. & Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiol Rev*, 88(1), 287-332. <https://doi.org/10.1152/physrev.00015.2007>
- Association, W. M. (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>
- Bevan, H. R., Bunce, P. J., Owen, N. J., Bennett, M. A., Cook, C. J., Cunningham, D. J., Newton, R. U. & Kilduff, L. P. (2010). Optimal loading for the development of peak power output in professional rugby players. *J Strength Cond Res*, 24(1), 43-47. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c63c64>
- Brzycki, M. (1993). Strength Testing – Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88-90. <https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606684>
- Chicharro, J. L. & Fernandez Vaquero, A. (2018). *Bioenergética de las fibras musculares y ejercicio*. Madrid: Exercise Physiology & Training.
- Cohen J. (1992). A power primer. *Psychological bulletin*, 112(1), 155-159. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.112.1.155>

- da Silva, B. V., Simim, M. A., Marocolo, M., Franchini, E. & da Mota, G. R. (2015). Optimal load for the peak power and maximal strength of the upper body in Brazilian Jiu-Jitsu athletes. *J Strength Cond Res*, 29(6), 1616-1621. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000799>
- de Salles, B. F., Simao, R., Miranda, F., Novaes Jda, S., Lemos, A. & Willardson, J. M. (2009). Rest interval between sets in strength training. *Sports Med*, 39(9), 765-777. <https://doi.org/10.2165/11315230-000000000-00000>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods* 39(2), 175-191. <http://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Gill, N. D., Beaven, C. M. & Cook, C. (2006). Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *Br J Sports Med*, 40(3), 260-263. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2005.022483>
- Henselmans, M. & Schoenfeld, B. J. (2014). The effect of inter-set rest intervals on resistance exercise-induced muscle hypertrophy. *Sports Med*, 44(12), 1635-1643. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0228-0>
- Hernández-Davó, J. L., Botella Ruiz, J. & Sabido, R. (2017). Influence of strength level on the rest interval required during an upper-body power training session. *J Strength Cond Res*, 31(2), 339-347. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001512>
- Hernández-Davó, J. L., Solana, R. S., Sarabia Marín, J. M., Fernández Fernández, J. & Moya Ramón, M. (2016). Rest interval required for power training with power load in the bench press throw exercise. *J Strength Cond Res*, 30(5), 1265-1274. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001214>
- Kent-Braun, J. A., Fitts, R. H. & Christie, A. (2012). Skeletal muscle fatigue. *Compr Physiol*, 2(2), 997-1044. <https://doi.org/10.1002/cphy.c110029>
- Latella, C., Grgic, J. & Van der Westhuizen, D. (2019). Effect of inter-set strategies on acute resistance training performance and physiological responses: a systematic review. *J Strength Cond Res*, 33, Suppl 1, S180-s193. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003120>
- Martorelli, A., Bottaro, M., Vieira, A., Rocha-Junior, V., Cadore, E., Prestes, J., Wagner, D. & Martorelli, S. (2015). Neuromuscular and blood lactate responses to squat power training with different rest intervals between sets. *J Sports Sci Med*, 14(2), 269-275
- Mohamad, N. I., Cronin, J. B. & Nosaka, K. K. (2012). The effect of aerobic exercise during the inter-set rest periods on kinematics, kinetics, and lactate clearance of two resistance loading schemes. *J Strength Cond Res*, 26(1), 73-79. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31821bf1f5>
- Mougios, V. (2020). *Exercise Biochemistry* (2nd Edition). Human Kinetics.
- Sánchez-Medina, L., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, 43(9), 1725-1734. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213f880>
- Schoenfeld, B. (2016). *Science and development of muscle hypertrophy*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Contreras, B., Delcastillo, K., Alto, A., Haun, C., O De Souza, E. & Vigotsky, A. D. (2019). To flex or rest: does adding no-load isometric actions to the inter-set rest period in resistance training enhance muscular adaptations? A randomized-controlled trial. *Front Physiol*, 10, 1571. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01571>
- Senna, G. W., Willardson, J. M., Scudese, E., Simao, R., Queiroz, C., Avelar, R. & Martin Dantas, E. H. (2016). Effect of different inter-set rest intervals on performance of single and multijoint exercises with near-maximal loads. *J Strength Cond Res*, 30(3), 710-716. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001142>
- Willardson, J. M. (2006). A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res*, 20(4), 978-984. <https://doi.org/10.1519/R-17995.1>

Conflicto de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la url <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES



Ratio de la carga de trabajo aguda:crónica. Exploración y aplicabilidad al fútbol femenino *amateur*

Antoni Pajuelo^{1,2} & Toni Caparrós^{1,3*}

¹ Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (INEFC), Centro de Barcelona, Barcelona (España).

² Món Femení, Terrassa (España).

³ SPARG Research Group, Universitat de Vic, Vic (España).

OPEN ACCESS

Editado por:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondencia:

Antoni Pajuelo
toni.pm10@gmail.com

Sección:

Entrenamiento deportivo

Idioma del original:

Castellano

Recibido:

20 de diciembre de 2020

Aceptado:

29 de marzo de 2021

Publicado:

1 de julio de 2021

Portada:

Maialen Chourraut (ESP)
compitiendo en los
Juegos Olímpicos de
Río de Janeiro (2016),
estadio Whitewater.
Semifinal de kayak
femenino (K1).
REUTERS / Ivan Alvarado

Citación

Pajuelo, A. & Caparrós, T. (2021). Acute:Chronic Workload Ratio. Exploration and Applicability in Women's Amateur Football. *Apunts Educación Física y Deportes*, 145, 25-32. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/3\).145.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/3).145.04)

Resumen

Con el objetivo de analizar posibles relaciones entre las modalidades de ratio de carga aguda:crónica (tanto por promedios de carga consecutivos, ACWR, como en su ponderación exponencial dinámica, EWMA), en relación con la lesionabilidad en el fútbol femenino, se realizó un estudio cuasiexperimental sin intervención de las ratios obtenidas a partir de las 212 sesiones de entrenamiento y partidos realizados durante una temporada en un equipo de fútbol femenino *amateur* ($N=17$). Las variables utilizadas para el cálculo de las ratios de carga aguda y carga crónica fueron la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) con relación a la carga interna, el tiempo de exposición de cada jugadora durante las sesiones como carga externa (CAR) y la especificidad (ESP) en relación a la programación del entrenamiento. El análisis estadístico mostró diferencias significativas respecto a la variable lesión en las ratios RPE EWMA (4:16, 7:28, 7:21), ESP EWMA (4:16, 7:28, 7:21), CAR EWMA (4:16, 7:28, 7:21) y CAR ACWR (4:16, 7:28) ($p < .005$), además de observarse también asociaciones significativas respecto a lesiones en las ratios mostradas, menos en ESP EWMA 7 28 ($p = .47$). Los resultados podrían sugerir la aplicabilidad del ACWR y el EWMA respecto al control de la carga en el fútbol femenino *amateur* con relación a la lesionabilidad, mostrando una mayor sensibilidad mediante la utilización de EWMA.

Palabras clave: ACWR, control de carga, EWMA, prevención de lesiones.

Introducción

El fútbol ha experimentado cambios en su desarrollo que han provocado un aumento del ritmo e intensidad de juego (Bowen et al., 2017), aspecto que ha podido provocar que, para aumentar las posibilidades de éxito, se implementen cargas de trabajo que podrían encontrarse en el límite de la tolerancia (Bowen et al., 2017). En el fútbol de alto rendimiento, los estudios epidemiológicos describen una incidencia lesional de aproximadamente nueve lesiones por cada 1000 horas de exposición, unas dos lesiones de media por jugador/a y temporada, las cuales pueden causar una pérdida de hasta 37 días por temporada (Ekstrand et al., 2011).

El fútbol es un deporte de naturaleza intermitente que combina acciones de alta intensidad con periodos de recuperación o de baja intensidad, con exigentes demandas físicas y emocionales (Malone et al., 2017). Ante estas necesidades, la gestión de las cargas de entrenamientos y competición se presenta como una herramienta aplicable para la prevención de lesiones (Carey et al., 2017), evitando cargas inadecuadas que podrían afectar al aumento de la incidencia lesional (Gabbett, 2018), es decir, aquellos aspectos derivados de la práctica deportiva que provocan la no participación completa en futuras sesiones o partidos (Ekstrand et al., 2011).

En este sentido, el uso del control de carga como herramienta para la prevención de lesiones aún viene condicionado por el nivel de experiencia o comprensión de los equipos técnicos (Fanchini et al., 2018), disminuyendo su posible efectividad y aplicabilidad en grupos de trabajo y entornos de alta complejidad (Gabbett, 2018).

Hulin et al. (2014) propusieron una relación entre la carga aguda y la carga crónica, la cual relacionaba la forma física (aguda) respecto a la fatiga (crónica). La relación entre estos dos tipos de carga (conocida en la literatura como ACWR, del inglés *acute:chronic workload ratio*) tiene el objetivo de analizar los efectos producidos en el entrenamiento comparando la carga de entrenamiento que el atleta ha realizado respecto a la carga para la que podría estar preparado/a (Gabbett, 2018) a partir de los promedios de carga acumulados en las semanas anteriores, posibilitando la opción de obtener una muestra de representación dinámica de la preparación del deportista (Malone et al., 2017). Esta ratio cuantificaría la cantidad acumulada de estrés que se produce en una persona a partir de diversas sesiones de entrenamiento y partidos durante un periodo de tiempo determinado (Hulin et al., 2014).

La carga de trabajo viene definida por la carga externa (CE) y la carga interna (CI), así como por la especificidad (ESP) (Zamora et al., 2021). Las variables para cuantificar la CE están relacionadas con la cantidad de trabajo que realiza el atleta, mientras que la CI se refiere a la tensión fisiológica y psicológica relativa impuesta al atleta, de manera que se producen diferentes respuestas internas individualizadas a una misma CE determinada (Zamora et al., 2021). Esta respuesta vendrá determinada, entre otras

variables, por las características de aplicación de la CE, las características del atleta y también por la ESP (Casamichana et al., 2012). En este sentido, variables como el número de jugadores, el número de ejercicios, la presencia o ausencia de porteros y/o la presencia o ausencia de porterías provocan mayor o menor estimulación cognitiva, demanda condicional y, en consecuencia, diferentes efectos en los niveles de entrenamiento (Casamichana et al., 2012).

En el cálculo del ACWR se utiliza una variable de CE y/o una de CI, que debe ser específica y replicable (Hulin et al., 2014). Como variable de CE se pueden usar variables específicas y replicables como el tiempo de exposición (Sampson et al., 2016), lanzamientos (Hulin et al., 2014), las propias de la acelerometría (Carey et al., 2017), etc. En relación a la CI, hay propuestas que utilizan la variabilidad de la frecuencia cardíaca (Williams et al., 2017), pero la percepción subjetiva de esfuerzo (RPE, del inglés *rate of perceived exertion*) es presentada como una variable útil para reportar el estrés fisiológico y psicológico en diferentes modalidades colectivas (Carey et al., 2017; Malone et al., 2017; Fanchini et al., 2018), más aplicable que la frecuencia cardíaca en el fútbol, atendiendo a su naturaleza intermitente (Rodríguez-Marroyo y Antón, 2015). La RPE, entendida como la respuesta subjetiva a un estímulo, tiene una perspectiva multifactorial (Borg, 1990) y multidimensional, y de baja variabilidad (Casamichana et al., 2012), que es muy utilizada en el fútbol (Impellizzeri et al., 2020). En relación a la ESP, a conocimiento de los autores, esta variable no está contemplada en la bibliografía relacionada con el ACWR, a pesar de definir la complejidad de las sesiones y su posible relación con la lesionabilidad, al influenciar tanto a la CI como a la CE (Casamichana et al., 2012).

Mediante la interpretación del ACWR se pueden valorar relaciones de dicho valor con una probabilidad de lesión mayor o menor, como es el caso de las lesiones sin contacto, tanto en el fútbol australiano (Carey et al., 2017) como en futbolistas jóvenes de élite (Bowen et al., 2017). En fútbol profesional (Malone et al., 2017), se ha observado que cuando los jugadores se encontraban en un riesgo de lesión reducido era cuando se exponían a ratios agudas:crónicas moderadas-bajas a moderadas-altas, entre valores de 0.8 y 1.5. Estas relaciones de carga presentadas podrían ser utilizadas para optimizar la gestión diaria de la carga de entrenamiento (Malone et al., 2017) y mejorar la prevención de lesiones (Murray et al., 2016). Otros autores como Williams et al. (2017) indican que el método de promedios móviles ACWR no representa con exactitud la naturaleza de las adaptaciones al entrenamiento y fatiga. Por este motivo proponen una actualización del ACWR mediante el uso de promedios dinámicos ponderados exponencialmente (EWMA, del inglés *exponentially weighed moving average*). Este método podría favorecer la enfatización y sensibilidad de las cargas de trabajo cercanas al final del ciclo de cálculo (Sampson et al., 2016), lo que podría ser más aplicable a la naturaleza del entrenamiento, permitiendo controlar la

progresión de las cargas y únicamente su posible efecto (Foster et al., 2018). Murray et al. (2016), en su estudio con jugadores de fútbol australiano, reportan como en relación a las lesiones EWMA muestra una sensibilidad mayor respecto al ACWR, durante la pretemporada y el periodo de temporada.

Ahora bien, actualmente existe un debate sobre la fiabilidad de dichos métodos de control de carga y su posible relación con la lesionabilidad. Para las lesiones de no contacto, esta puede ser una herramienta no fiable para la predicción (Fanchini et al., 2018), debido a una sensibilidad de predicción por debajo del 25 % en todos los casos. Para sistemas deportivos abiertos, la predicción de lesiones no podría estar sometida solo a la vigilancia de un número (Buchheit, 2016), pues este no consideraría el contexto en su complejidad. Desde un punto de vista estadístico, se presentan dos posibles errores. Por un lado, se da un acoplamiento entre la carga aguda y la crónica, por lo que la carga aguda podría ser un predictor útil por ella misma, sin la necesidad de normalizarla respecto a la carga crónica, dado que los dos indicadores utilizados mantienen una relación entre sí (Lolli et al., 2018). Este acoplamiento puede ofrecer falsas correlaciones, como también ocurre a causa de la proporción de eventos registrados respecto a las lesiones ocurridas (y registradas), lo que conlleva un aumento exponencial de la magnitud de la carga aguda y de aquellas posibles relaciones obtenidas (Impellizzeri et al., 2020).

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo explorar la aplicabilidad del ACWR y el EWMA en la gestión del control de la carga como herramienta para la prevención de lesiones en el fútbol femenino *amateur*.

Metodología

Diseño

Se realizó un estudio cuasiexperimental sin intervención, mediante una observación retrospectiva y un diseño *ex post facto*, dado que se monitorizaron las sesiones de entrenamiento y las lesiones padecidas de las diferentes jugadoras que componían el equipo, con la intención de valorar la relación de los ACWR y EWMA de las diferentes variables de CE, CI y ESP con las lesiones que causaron baja de entrenamientos o partidos, registradas durante el periodo de observación.

Participantes

Se monitorizaron la totalidad de las 212 sesiones de entrenamiento y partidos, comprendidos entre agosto y mayo en la temporada 2018-2019, de 17 jugadoras de un equipo de fútbol femenino sénior *amateur* que compite en la división preferente femenina catalana, con entreno tres días a la semana de una duración de una hora y media y un partido semanal. Se registraron un total de 3460 eventos, como

resultado del cómputo total de jugadoras participantes por sesión. Las participantes tenían una edad media de 22.87 (± 4.8) años, un peso de 58.08 (± 4.75) kg y una estatura de 164.9 (± 3.93) cm.

Todos los integrantes del equipo (jugadoras, entrenadores y directivos) fueron informados del propósito del estudio y dieron su consentimiento al uso de sus datos. El uso de los datos obtenidos siguió los criterios de la Declaración de Helsinki, revisada en Fortaleza (2013).

Registro de las variables

Las variables independientes registradas en este estudio correspondieron a RPE para CI, ESP (Solé, 2008) y el tiempo de exposición en relación con el entrenamiento y la competición para la CE. En relación con las variables dependientes, las lesiones que impedían la participación en entrenamientos y partidos (concepto inglés *time loss injuries*; Fuller et al., 2006) se relacionaron con la lesionabilidad y a las diferentes ratios de relación de carga aguda:crónica.

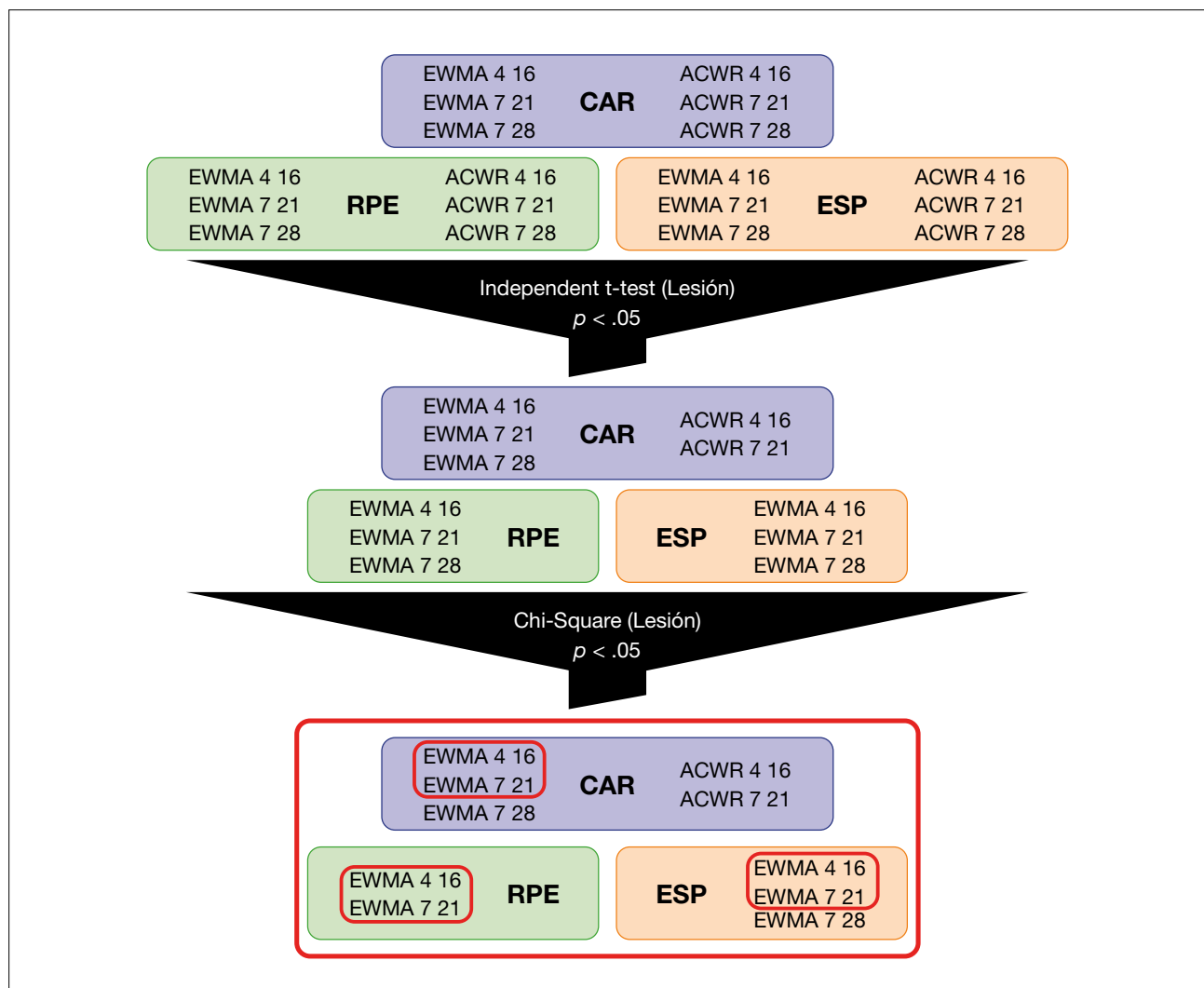
Los criterios de elegibilidad para estabilizar las variables de control fueron que las participantes en el estudio no tuvieran problemas cardíacos asociados, que el nivel de entrenabilidad fuera *amateur* (> 2 días de entrenamiento mínimo y < 4 días) y que estuviesen en activo en el momento en que se hizo la aleatorización de la muestra. Las condiciones de aplicación en la observación fueron siempre en el mismo terreno de juego y mismos horarios durante los entrenamientos, en el horario marcado por la institución. El control de las atenciones siempre se hizo mediante el mismo personal médico.

En cuanto a la monitorización de las variables de CE, se registró el tiempo de exposición de cada jugadora en los entrenamientos y partidos; para la CI, la RPE fue obtenida después de cada sesión y los datos fueron recogidos mediante la aplicación Google Forms, de manera individual y con una temporización de 15 a 30 minutos respecto al final de la sesión, y la especificidad fue calculada postsesión, asignando un valor a las tareas y teniendo en cuenta si su propuesta era genérica (1-2), general (3-4), dirigida (5-6), específica (7-8-9) o competitiva (10) (Solé 2008), obteniendo un valor promedio de la sesión para la totalidad del equipo (Tabla 1). Estos valores monitorizados se traspasaban a un archivo en el cual se calculaban de manera individualizada las ratios de ACWR (4:16, 7:21, 7:28) y EWMA (4:16, 7:21, 7:28) para cada una de las variables registradas (tiempo de exposición, RPE y ESP). El primer número de las ratios representa el numerador, o promedio de carga aguda acumulada durante ese número de días, y el segundo número representa el denominador, o promedio de la carga crónica acumulado durante ese número de días. Se registró también el total de lesiones. Los datos fueron recogidos y analizados por el preparador físico del equipo.

Tabla 1

Parámetros y variables registradas durante las sesiones de las participantes en el estudio.

Carga interna	
Percepción subjetiva de esfuerzo (RPE, Borg 1990)	Escala CR-10
Carga externa	
Volumen total	Tiempo de exposición (minutos)
Programación del entrenamiento	
Especificidad (Solé, 2008)	Genéricas (nivel 1-2). Trabajo condicional general (carrera continua, bicicleta...)
	Generales (nivel 3-4). Tareas individuales de fuerza y prevención de lesiones, circuitos sin balón
	Dirigidas (nivel 5-6). Tareas sin oposición. Circuitos técnicos, oleadas y acciones combinadas
	Especiales (nivel 7-8-9) de 1c1 a 10c10. Situaciones básicas tácticas, oleadas con oposición, juegos de posición o posesión y trabajo de líneas con oposición
Lesionabilidad	Competitivas (nivel 10). Partidos de entrenamiento 11c11 o competiciones oficiales
Lesión (Fuller et al., 2006)	
Lesión (Fuller et al., 2006)	Lesión que causa baja (<i>time loss injury</i>)

**Figura 1**

Proceso estadístico con las ratios analizadas de las participantes del estudio.

Tabla 2

Diferencias entre las ratios ACWR, EWMA respecto a la variable lesión/no lesión en las participantes del estudio.

	W	p	Rango de correlación biserial	95 % IC para rango biserial de correlación	
				Menor	Superior
RPE EWMA 4 16	11820.00	< .01	-.42	-.60	-.19
RPE EWMA 7 21	15437.50	.03	-.29	-.50	-.04
RPE EWMA 7 28	14477.00	.05	-.26	-.48	-.01
RPE ACWR 4 16	45550.00	.59	.05	-.14	.24
RPE ACWR 7 21	39359.00	.93	.01	-.20	.21
RPE ACWR 7 28	37944.00	.40	.09	-.12	.30
ESP EWMA 4 16	11645.50	< .01	-.43	-.60	-.21
ESP EWMA 7 21	13877.00	< .01	-.36	-.56	-.12
ESP EWMA 7 28	13223.00	< .01	-.33	-.54	-.08
ESP ACWR 4 16	36537.50	.07	-.18	-.36	.01
ESP ACWR 7 21	37067.50	.45	-.08	-.28	.13
ESP ACWR 7 28	34943.50	.79	-.03	-.24	.19
CAR EWMA 4 16	37657.00	< .01	-.28	-.45	-.09
CAR EWMA 7 21	18206.00	< .01	-.59	-.71	-.43
CAR EWMA 7 28	18364.00	< .01	-.53	-.67	-.35
CAR ACWR 4 16	32760.00	.02	-.24	-.41	-.04
CAR ACWR 7 21	29235.50	.02	-.25	-.43	-.04
CAR ACWR 7 28	27421.00	.06	-.21	-.41	.01

Nota. RPE: percepción subjetiva de esfuerzo; ESP: especificidad; CAR: carga; EWMA: ratio aguda:crónica de medias exponenciales; ACWR: ratio aguda:crónica. Significación $p < .05$.

Análisis estadístico

Después de un análisis descriptivo de la tendencia central, se determinó la normalidad de la muestra. Seguidamente, mediante la utilización de la prueba Mann-Whitney, se observaron las posibles diferencias significativas existentes entre las diferentes ratios analizadas y la variable lesión o no lesión. Posteriormente, se agruparon los valores de las ratios obtenidas para determinar el posible nivel de asociación con las lesiones, atendiendo a la naturaleza cualitativa de las variables, mediante el test chi-cuadrado. Todos los datos de significación se consideraron a partir de $p < .05$ (Figura 1). El programa que se utilizó para llevar a cabo el análisis estadístico fue JASP (The JASP Team, Ámsterdam, Holanda) en su versión 11.1 para Mac.

Resultados

Los valores promedios (+/- DE) por jugadora obtenidos de las variables registradas durante los 3460 eventos fueron, para CE, 3365.226 +/- 1997.763 minutos totales; para CI, una RPE de 6.305 +/- 1.689 por sesión; una ESP de 6.852 +/- 2.302 por

sesión; y se registraron un total de 12 lesiones que causan baja en el equipo, 0.011 +/- 0.105 por jugadora. Los valores de las ratios obtenidas fueron de: RPE ACWR 4:16, 0.996 +/- 0.163; RPE ACWR 7:21, 0.998 +/- 0.121; RPE ACWR 7:28, 0.983 +/- 0.168; RPE EWMA 4:16, 0.962 +/- 0.502; RPE EWMA 7:21, 0.873 +/- 0.341; RPE EWMA 7:28, 0.857 +/- 0.366; ESP ACWR 4:16, 1.008 +/- 0.197; ESP ACWR 7:21, 1.003 +/- 0.143; ESP ACWR 7:28, 0.987 +/- 0.178; ESP EWMA 4:16, 0.988 +/- 0.496; ESP EWMA 7:21, 0.905 +/- 0.313; ESP EWMA 7:28, 0.885 +/- 0.342; CAR ACWR 4:16, 1.167 +/- 0.654; CAR ACWR 7:21, 1.067 +/- 0.463; CAR ACWR 7:28, 1.068 +/- 0.510; CAR EWMA 4:16, 0.977 +/- 0.582; CAR EWMA 7:21, 0.893 +/- 0.377; CAR EWMA 7:28, 0.885 +/- 0.411.

Análisis estadístico

Atendiendo a la no normalidad de la muestra, el test prueba Mann-Whitney permitió determinar diferencias significativas ($p < .05$) respecto a la variable lesión o no lesión para las ratios CAR ACWR y para RPE EWMA (4:16, 7:28, 7:21),

ESP EWMA (4:16, 7:28, 7:21), CAR EWMA (4:16, 7:28, 7:21) y (4:16, 7:28) (Tabla 2), con una magnitud del efecto entre $-.586$ y $-.262$. No se encontraron diferencias significativas entre las diferentes posiciones analizadas.

Posteriormente, se agruparon los valores de las diferentes ratios en diferentes rangos, con una diferencia superior a 1. El test chi-cuadrado mostró asociaciones de todas las ratios anteriores con las lesiones ($p < .05$) en CAR ACWR y en RPE EWMA (4:16, 7:28, 7:21), ESP EWMA (4:16, 7:21), CAR EWMA (4:16, 7:28, 7:21) y (4:16, 7:28), pero no para ESP EWMA 7 28. En relación al valor de los rangos de las ratios obtenidas, los resultados muestran una asociación entre el número de lesiones y por debajo del rango inferior de .7, .8, y del rango superior de 1.3 – 1.4, excepto para CAR ACWR 4 16 (1.1) y CAR EWMA 4 16 (1.2) que el rango superior es de 1.1 y 1.2 respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3

Asociación para los rangos de ACWR y EWMA y la variable lesión/no lesión para las participantes en el estudio.

Ratio carga aguda:crónica	X ²	Rangos ratio carga aguda:crónica
RPE EWMA 4 16	< .01	< .8; .8-1.4; > 1.4
RPE EWMA 7 21	< .01	< .8; .8-1.3; > 1.3
RPE EWMA 7 28	.09	--
ESP EWMA 4 16	< .01	< .8; .8-1.4; > 1.4
ESP EWMA 7 21	.03	< .8; .8-1.3; > 1.3
ESP EWMA 7 28	.04	< .8; .8-1.3; > 1.3
CAR ACWR 4 16	.02	< .8; .8-1.1; > 1.1
CAR ACWR 7 21	.03	< .8; .8-1.3; > 1.3
CAR EWMA 4 16	.02	< .7; .7-1.2; > 1.2
CAR EWMA 7 21	.00	< .7; .7-1.1; > 1.3
CAR EWMA 7 28	.00	< .7; .7-1.3; > 1.3

Nota. RPE: percepción subjetiva de esfuerzo; ESP: especificidad; CAR: carga; EWMA: ratio aguda:crónica de medias exponenciales; ACWR: ratio aguda:crónica. Significación $p < .05$.

Discusión

El principal hallazgo de este estudio ha sido la posible identificación de ratios de carga aguda:crónica con una mayor relación con la lesionabilidad. Se observa como EWMA podría tener una asociación mayor con el número de lesiones respecto al ACWR, tanto para la CE y CI, incluso para ESP, así como en ratios para periodos cortos (4:16) y más extensivos (7:28). Estos resultados podrían

ser coincidentes con los presentados por Foster et al. (2018), que indican que la utilización de EWMA podría presentar mayor fiabilidad respecto a las lesiones, dado que este demuestra más sensibilidad en relación al cálculo que el tradicional ACWR (Griffin et al., 2020; Murray et al., 2016).

Con relación a las variables utilizadas, se observa como la RPE identificada como variable de CI en la totalidad de las ratios establecidas para EWMA podría mostrar asociaciones significativas con las lesiones de las jugadoras analizadas. Estos resultados están relacionados a los de Malone et al. (2017) y Fanchini et al. (2018), aunque ellos reportan su utilización del ACWR con valores de carga resultantes del producto de la CE por la CI, y no con una sola variable, como aquí es el caso y como sí presentan otros autores (Foster et al., 2018). Con este mismo método, aunque en una modalidad deportiva diferente (tenis), el uso y análisis de la RPE, usada como única variable de cuantificación de carga, podría ser un buen indicador para utilizar en el cálculo de ratio aguda:crónica y por su relación significativa con la lesionabilidad (Myers et al., 2019). Teniendo en cuenta la programación del entrenamiento, ESP reporta asociaciones significativas mediante la utilización de EWMA para los tres tipos de variables (CI, CE, ESP). Este hecho nos podría ofrecer información de como la periodización de la semejanza de un ejercicio respecto a la naturaleza del juego puede ser importante en relación a cómo la jugadora asume la carga de trabajo y la posible relación de esta con las lesiones que pudieran ocurrir.

Tanto ACWR como EWMA, e independientemente de si eran referidos a CE, CI o ESP, han presentado asociaciones significativas respecto a las lesiones, aspecto que nos podría reportar que la relación de carga aguda:crónica podría ser una herramienta valiosa en el control de carga (Griffin et al., 2020), atendiendo a las posibilidades o medios de cada grupo de trabajo. Ahora bien, es necesario contextualizar que esta posible asociación no es sinónimo de predictibilidad, interpretación que podría provocar conclusiones científicas erróneas (Griffin et al., 2020). En este contexto también, el aumento de la asociación de las ratios puede ser debido al acoplamiento de las diferentes variables (CE por CI) que definirían la carga (Lolli et al., 2018), aunque en el caso aquí presentado no ocurriría, dado que solo se ha usado una variable para calcular la ratio (CE, CI o ESP) (Griffin et al., 2020).

Respecto a las ratios, se observa como las tres opciones propuestas (4:16, 7:21 y 7:28) también podrían mostrar asociaciones significativas, aunque las que reportaron mayor significación fueron las relacionadas con la carga en ratios largas (7:21 y 7:28), que son las más utilizadas en deportes colectivos (Griffin et al., 2020). En un deporte donde se

compite cada siete días, la utilización de esta ratio como ventana aguda y crónica estaría justificada como herramienta aplicable a ese modelo de programación y competición. Aun así, en discrepancia a este dato, se pueden apreciar asociaciones significativas mediante la utilización de cuatro días como ventana aguda en todas las variables para EWMA 4 16 y a la variable de CE ACWR 4 16, lo que podría ser un indicador de la importancia en la gestión de las cargas agudas y su posible influencia con la lesionabilidad (Carey et al., 2017), en este contexto específico.

Analizando las agrupaciones obtenidas, podemos observar que los rangos de los valores de las ratios que podrían estar asociados a lesiones oscilan entre .7-.8 en el rango inferior, mientras que se sitúan entre 1.3-1.4 para el rango superior. De acuerdo a la propuesta inicial de Hulin et al. (2014) para CE o Gabbett (2018) (en ratios calculadas con CE por CI), el rango de 0.8 a 1.3 es el que podría situarse en zona de menos riesgo, dado que en él la carga aguda y la crónica se muestran aproximadamente en las mismas magnitudes, y por tanto no se presentan ni sobrecargas ni falta de entrenamiento. Los resultados sí que discreparían de otras propuestas en las que se usa RPE (Malone et al., 2017), donde se presentan rangos de menor riesgo de lesión entre los valores comprendidos de 1.00 a 1.25. En todo caso, las diferentes opciones que se presentan serían indicadores de la especificidad de cada uno de las variables, ratios y rangos en cada modalidad deportiva y en cada equipo analizado. Ningún valor tiene la suficiente magnitud como para determinar el límite entre el riesgo de lesión o no lesión. La causa de una lesión es multifactorial y la complejidad de su contexto no es congruente con este intento de simplificación (Gabbett, 2018).

La mayor limitación de este estudio es la falta de un seguimiento de variables cinemáticas, dado que un registro de estas hubiera posibilitado un perfil más justificado de los valores obtenidos con relación a la CE. A su vez, el limitar el registro a lesiones que causan baja reduce el número de registros obtenidos, interfiriendo en la magnitud de asociaciones mostradas (Lolli et al., 2018) o sin permitir valorar la posible incidencia según la posición de juego. A pesar de ser una propuesta novedosa, es necesario tener en cuenta que la utilización de ESP como elemento de programación del entrenamiento incluye de por sí una parte subjetiva y aleatoria. Con su exploración se ha podido valorar su aplicabilidad o no. La RPE es un valor subjetivo que puede contar también con ciertas limitaciones (Impellizzeri et al., 2020; Buchheit, 2016), pero también se ha confirmado su aplicabilidad en deporte femenino (Piedra et al., 2020) y se ha utilizado para el cálculo de ACWR, ofreciendo asociaciones significativas respecto a

lesiones (Griffin et al., 2020). En todo caso, las limitaciones presentadas son propias del deporte *amateur*, en el cual los recursos económicos no permiten la utilización de cierta tecnología. Es por este motivo que las exploraciones y estudios longitudinales son necesarios en el contexto del entrenamiento para poder valorar su aplicabilidad.

En conclusión, en este contexto específico, las ratios de carga aguda:crónica podrían ser una herramienta aplicable para el control de la carga en el fútbol femenino *amateur*, dada su posible relación con la lesionabilidad. Los resultados obtenidos permitirían valorar más positivamente el EWMA atendiendo a su mayor sensibilidad. Finalmente, con relación a los rangos de las ratios, el rango 0.8 a 1.3 podría ser aquel valor asociado a una menor lesionabilidad. La correcta interpretación de los resultados y su posible aplicabilidad debe limitarse a los contextos analizados.

Aplicaciones prácticas

El o la profesional en ciencias de la actividad física y deporte, independientemente de la tecnología disponible o el número de miembros de que esté compuesto el equipo, puede llevar a cabo el cálculo e interpretación de la dinámica de cargas y, de manera indirecta, mejorar el proceso de entrenamiento y de prevención de lesiones.

Agradecimientos

Agradecer el compromiso de todas las jugadoras participantes en el estudio, a la institución de la escuela de fútbol Món Femení por su colaboración, igual que al equipo técnico que ha ayudado en el proceso de recolección de datos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés y la no financiación por ninguna entidad privada ni pública en el proyecto.

Perspectivas de futuro

Siguiendo con el análisis presentado, como investigaciones futuras sería interesante poder observar si las ratios también muestran asociaciones por diferentes tipos de lesiones (Fuller et al., 2006). También, la incorporación de un estudio cinemático con el objetivo de poder relacionarlo con la carga externa del entrenamiento y las posiciones de juego de las jugadoras.

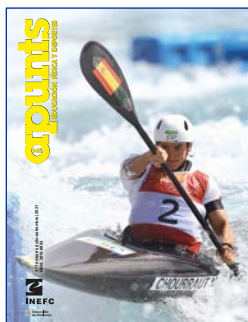
Referencias

- Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion, *16*(1), 55-58. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1815>
- Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M. & Li, F. (2017). Accumulated workloads and the acute: chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. *British Journal of Sports Medicine*, 452-459. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095820>
- Buchheit, M. (2016). Applying the acute: chronic workload ratio in elite football: worth the effort? *Sports Medicine*, 0, 5-8.
- Carey, D. L., Blanch, P., Ong, K., Crossley, K. M., Crow, J. & Morris, M. E. (2017). Training loads and injury risk in Australian football - differing acute: chronic workload ratios influence match injury risk. *British Journal of Sports Medicine*, 1215-1220. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096309>
- Casamichana, D., Castellano, J., Blanco-villaseñor, Á. & Usabiaga, O. (2012). Estudio de la percepción subjetiva del esfuerzo en tareas de entrenamiento en fútbol a través de la teoría de la generalizabilidad. *Revista de Psicología del Deporte*, 21, 35-40.
- Ekstrand, J., Häggglund, M. & Waldén, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 553-559. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.060582>
- Fanchini, M., Rampinini, E., Riggio, M., Coutts, A. J., Pecci, C. & McCall, A. (2018). Despite association, the acute: chronic work load ratio does not predict non-contact injury in elite footballers injury in elite footballers. *Science and Medicine in Football*, 00(00), 1-7. <https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1429014>
- Foster, I., Byrne, P. J., Moody, J. A. & Fitzpatrick, P. A. (2018). Monitoring Training Load Using the Acute: Chronic Workload Ratio in Non-Elite Intercollegiate Female Athletes. *ARC Journal of Research in Sports Medicine*, 3(1), 22-28.
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., Häggglund, M., McCrory, P. & Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 40(3), 193-201. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.025270>
- Gabbett, T. J. (2018). Debunking the myths about training load, injury and performance: empirical evidence, hot topics and recommendations for practitioners. *British Journal of Sports Medicine*, 1-9.
- Griffin, A., Kenny, I. C., Comyns, T. M. & Lyons, M. (2020). The Association Between the Acute: Chronic Workload Ratio and Injury and its Application in Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 50(3), 561-580. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01218-2>
- Hulin, B. T., Gabbett, T. J., Blanch, P., Chapman, P., Bailey, D. & Orchard, J. W. (2014). Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *Br J Sports Med*, 708-712. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092524>
- Impellizzeri, F. M., Woodcock, S., Coutts, A. J. & Fanchini, M. (2020). Acute to random workload ratio is 'as' associated with injury as acute to actual chronic workload ratio: time to dismiss ACWR and its components. *SportRxiv* (2020 March), 1-19.
- Lolli, L., Batterham, A. M., Hawkins, R., Kelly, D. M., Strudwick, A. J., Thorpe, R. T., Gregson, W. & Atkinson, G. (2018). The acute-to-chronic workload ratio: an inaccurate scaling index for an unnecessary normalisation process? *British Journal of Sports Medicine*, 0(0), 0-1. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098884>
- Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K. D. & Gabbett, T. J. (2017). Journal of Science and Medicine in Sport The acute: chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(6), 561-565. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.10.014>
- Murray, Nicholas B, Gabbett, T. J., Townshend, A. D. & Blanch, P. (2016). Calculating acute: chronic workload ratios using exponentially weighted moving averages provides a more sensitive indicator of injury likelihood than rolling averages. *Scand J Med Sci Sports*, 51(9), 1-7. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097152>
- Myers, N. L., Aguilar, K. V., Mexicano, G., Farnsworth, J. L., Knudson, D. & Kibler, W. Ben. (2019). The Acute/Chronic Workload Ratio Is Associated with Injury in Junior Tennis Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 4, 1-5. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002215>
- Piedra, A., Peña, J., Ciavattini, V. & Caparrós, T. (2020). Relationship between injury risk, workload, and rate of perceived exertion in professional women's basketball. *Apunts Sport Medicine*, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2020.02.004>
- Rodríguez-Marroyo, J. A. & Antoñan, C. (2015). Validity of the Session RPE for Monitoring Exercise Demands in Youth Soccer Validity of the Session Rating of Perceived Exertion for Monitoring Exercise Demands in Youth Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* (September 2014), 1-6. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2014-0058>
- Sampson, J. A., Fullagar, H. & Murray, A. (2016). Evidence is needed to determine if there is a better way to determine the acute: chronic workload. *British Journal of Sports Medicine*, 0-1. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097085>
- Solé, J. (2008). *Teoría del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Síncroptat Sport.
- Williams, S., Booton, T., Watson, M., Rowland, D. & Altini, M. (2017). Heart rate variability is a moderating factor in the workload-injury relationship of competitive crossfit™ athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16(4), 443.
- Williams, S., West, S., Cross, M. J., & Stokes, K. A. (2017). Better way to determine the acute: chronic workload ratio? *British Journal of Sports Medicine*, 51(3), 209-211. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096589>
- Zamora, V., Capdevila, LL., Lanza, J.F. & Caparrós, T. (2021). Heart Rate Variability and Accelerometry: Workload Control Management in Men's Basketball. *Apunts Educación Física y Deportes*, 143, 44-51. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/1\).143.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/1).143.06)

Conflicto de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la url <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES



Balance competitivo en las ligas europeas masculinas de hockey sobre patines

Jordi Arboix-Alió¹ , Bernat Buscà¹ , Joan Aguilera-Castells¹ ,
Azahara Fort-Vanmeerhaeghe¹ , Guillem Trabal^{2*} & Javier Peña^{2,3}

¹ Departamento de Ciencias del Deporte, Universidad Ramon Llull, FPCEE Blanquerna, Barcelona (España).

² Centro de Estudios en Deporte y Actividad Física (CEEAF), Universidad de Vic - Universidad Central de Cataluña, Barcelona (España).

³ Sport Performance Analysis Research Group (SPARG), Universidad de Vic - Universidad Central de Cataluña, Barcelona (España).

Citación

Arboix-Alió, J., Buscà, B., Aguilera-Castells, J., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Trabal, G. & Peña, J. (2021). Competitive Balance in Male European Rink Hockey Leagues. *Apunts Educación Física y Deportes*, 145, 33-38. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/3\).145.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/3).145.05)

Editado por:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondencia:

Guillem Trabal
guillem_tt@hotmail.com

Sección:

Gestión deportiva, ocio
activo y turismo

Idioma del original:

Inglés

Recibido:

9 de octubre de 2020

Aceptado:

23 de marzo de 2021

Publicado:

1 de julio de 2021

Portada:

Maialen Chourraut (ESP)
compitiendo en los
Juegos Olímpicos de
Río de Janeiro (2016),
estadio Whitewater.
Semifinal de kayak
femenino (K1).
REUTERS / Ivan Alvarado

Resumen

El interés en el equilibrio competitivo de los diferentes deportes de equipo ha ido en aumento en los últimos años. Sin embargo, todavía hay pocas investigaciones referentes a deportes minoritarios como el hockey sobre patines. Por este motivo, el objetivo del estudio fue cuantificar el balance competitivo de diferentes ligas europeas profesionales de hockey sobre patines (España, Portugal, Italia y Francia) y comparar los resultados obtenidos. La muestra estuvo configurada por un total de 7394 partidos (2284 en la liga española, 1996 en la liga portuguesa, 1794 en la liga italiana y 1320 en la liga francesa) entre las temporadas 2009-2010 y 2018-2019. Para determinar el balance competitivo, se calculó la diferencia de puntos acumulada (DPA) y se utilizó un análisis de varianza ANOVA con *post hoc* de Tukey. Los resultados mostraron que la liga francesa es el campeonato más equilibrado ($68.94\% \pm 6.39$), seguido de la liga española ($71.93\% \pm 10.77$). Las ligas portuguesa ($75.31\% \pm 5.48$) e italiana ($75.16\% \pm 8.55$) mostraron valores DPA más altos, lo que indicó una ventaja más significativa de algunos equipos. El análisis del balance competitivo puede proporcionar una mejor comprensión de este efecto en el hockey patines. Esta métrica puede ser útil para entrenadores y profesionales en el diseño de planes de entrenamiento y para ayudar a las federaciones a comprender la igualdad competitiva de cada liga. En este sentido, en algunos casos, puede ser necesario plantear cambios en el formato de competición con el objetivo de hacerla más equilibrada y emocionante.

Palabras clave: análisis de rendimiento, deportes de equipo, deportes minoritarios, hockey patines, incertidumbre en los resultados, ventaja competitiva.

Introducción

En los últimos años, el creciente interés en el rendimiento deportivo ha ampliado el número de estudios sobre variables de juego en los deportes de equipo. El hockey sobre patines no es ninguna excepción y, en los últimos años, el número de estudios relacionados con este deporte ha aumentado de manera considerable. Así, en el contexto específico del hockey sobre patines se han estudiado la ventaja de jugar en casa (Arboix-Alió et al., 2020; Arboix-Alió y Aguilera-Castells, 2019), la secuencia de anotación (Arboix-Alió et al., 2019; Arboix-Alió y Aguilera-Castells, 2018), la influencia del juego ofensivo del rival en el rendimiento del portero (Sousa et al., 2020), la respuesta condicional en base a las dimensiones del campo y al número de jugadores (Fernández et al., 2020), y las jugadas a balón parado (Arboix-Alió et al., 2021; Trabal, 2016; Trabal et al., 2020). Uno de los factores más relevantes relacionados con este resultado es el balance competitivo (BC), que se define como el grado de paridad entre equipos (Gómez-González et al., 2019).

La paridad competitiva también se ha convertido en un aspecto relevante en el campo de la economía del deporte. Al contrario de lo que sucede en otros contextos, el deporte, en especial las ligas profesionales, requieren un cierto grado de BC para conseguir los máximos beneficios (Lee et al., 2018). El BC refleja la probabilidad de ambos equipos de imponerse en la competición (García-Unanue et al., 2014). De ahí que el estudio del BC de cada liga profesional sea relevante porque, normalmente, un balance más elevado deriva en un mayor interés de los aficionados y, por ende, comporta una mayor asistencia de público y un aumento de la audiencia televisiva (Soebbing, 2008). Este aumento del interés también favorece las ganancias de los equipos (Levin y Bailey, 2012; Levin y McDonald, 2009).

El BC puede interpretarse como el grado de incertidumbre acerca de la posición de un equipo en las clasificaciones al final de la temporada. Más en concreto, Szymanski (2003) diferencia entre tres grados de incertidumbre. El primero, la incertidumbre del encuentro, en el que ambos equipos tienen oportunidades de ganar. A continuación, la incertidumbre de una temporada específica, donde varios equipos tienen el potencial para acabar en los primeros puestos o acceder a las finales. Por último, la incertidumbre de una liga o competición, con diferentes equipos imponiéndose como vencedores del campeonato a lo largo de los años.

La investigación científica ha empleado diversos métodos para calcular el BC, centrándose, principalmente, en el análisis de las temporadas regulares (García-Unanue et al., 2014). Entre estas mediciones, en los estudios citados anteriormente se han empleado: la ratio del balance competitivo para una competitividad perfecta (Humphreys, 2002), el coeficiente de Gini (Schmidt, 2001), la concentración de victorias de los cinco primeros equipos (Naghshbandi et al., 2011), la diferencia de puntos acumulados (Gasparetto y Barajas,

2016) o el índice Herfindahl-Hirschman, utilizado para medir el BC en ligas de deporte profesionales (Owen et al., 2007). Además, también se han considerado versiones adaptadas que han permitido realizar comparaciones entre ligas con un número distinto de equipos y entre ligas con un número variable de equipos a lo largo del tiempo (Zambom-Ferraresi et al., 2018).

El efecto del BC se ha estudiado en las principales competiciones deportivas de distintos países (Kringstad, 2020; Zheng et al., 2019), por un lado, en deportes individuales, como son el ciclismo (Bačik et al., 2019), el ping-pong (Zheng et al., 2019) o el atletismo (Mills y Winfree, 2018), y, por el otro, en deportes de equipo como el baloncesto (García-Unanue et al., 2014), el hockey sobre hielo (Bowman et al., 2018), el rugby (Hogan et al., 2013), el balonmano (Hantau et al., 2014), el béisbol (Soebbing, 2008) o el fútbol (Naghshbandi et al., 2011; Ramchandani et al., 2018). Sin embargo, hasta donde llega nuestro conocimiento, existen pocos estudios centrados en el hockey sobre patines. Solo Arboix-Alió, Buscà et al. (2019) han analizado el BC entre hombres y mujeres en las ligas española y portuguesa. De ahí que el objetivo primordial de este estudio fuera analizar el BC de cuatro ligas masculinas europeas destacadas de hockey sobre patines (España, Portugal, Italia y Francia), empleando la diferencia de puntos acumulada y comparando los resultados de cada liga.

Metodología

Materiales y métodos

Muestra

El conjunto de datos de este estudio consistió en los resultados de diez temporadas (de la temporada 2009-2010 a la temporada 2018-2019) recopilados a través del sitio web de acceso abierto www.hockeypista.it. Los datos de los partidos se revisaron y validaron utilizando el sitio web independiente www.okcat.cat. Para poder llevar a cabo el estudio, se analizaron 7394 partidos de hockey sobre patines: OK Liga (liga española: 2284 encuentros), Serie A1 (liga italiana: 1794 encuentros), Divisao (liga portuguesa: 1996 encuentros) y N1 Elite (liga francesa: 1320 encuentros). Estas ligas de hockey sobre patines tienen un calendario de partidos similar: a lo largo de la temporada, cada equipo se enfrenta dos veces a todos los demás, una en su propio campo y otra en el campo del rival. En todos los partidos jugados había un local y un visitante. En la muestra solo se incluyeron encuentros de la temporada regular. El sistema de puntuación de todas las ligas de hockey sobre patines analizadas fue: 3 puntos por partido ganado, 1 punto por partido empatado y 0 puntos por partido perdido.

Tabla 1

Análisis descriptivo de los valores de DPA de cada liga y temporada. Los valores totales se expresan en la media $\pm$ SD.

Temporada	España DPA (%)	Portugal DPA (%)	Italia DPA (%)	Francia DPA (%)
2009-2010	70.00	72.22	76.92	74.24
2010-2011	57.69	71.11	82.05	74.24
2011-2012	70.51	79.76	73.08	74.24
2012-2013	70.00	77.78	88.46	57.58
2013-2014	91.11	64.44	83.33	66.67
2014-2015	85.56	83.33	76.92	64.64
2015-2016	63.33	75.64	57.69	62.12
2016-2017	58.89	75.00	70.83	71.21
2017-2018	75.56	80.77	71.79	77.27
2018-2019	76.67	73.08	70.51	68.18
TOTAL	71.93 $\pm$ 10.77	75.31 $\pm$ 5.48	75.16 $\pm$ 8.55	68.94 $\pm$ 6.39

Nota. DPA: diferencia de puntos acumulada.

Variables

La diferencia de puntos acumulada (DPA) se empleó como indicador del BC. La DPA calcula la suma del diferencial de puntos entre los participantes (Gasparetto y Barajas, 2016). Estas diferencias se calculan restando al total de puntos del campeón los puntos obtenidos por el subcampeón. Y la operación se repite sucesivamente hasta calcular la diferencia entre el penúltimo y el último equipo de la clasificación.

Así, el cálculo del desequilibrio máximo es el siguiente:

$$\text{Desequilibrio}_{\text{máx}} = 6 * (N - 1)$$

Por consiguiente, la fórmula creada a partir del método DPA se presenta abajo:

$$\text{DPA} = \left(\frac{\sum_{i=1}^N (\text{TP}_i - 1)}{\text{Desequilibrio}_{\text{máx}}} \right) * 100$$

Donde N es el número de equipos participantes y PT los puntos totales de cada club al final del torneo. Además, también se calculó la posición media (PM) de los equipos ganadores del campeonato en cada liga a lo largo de las 10 temporadas estudiadas.

Análisis estadístico

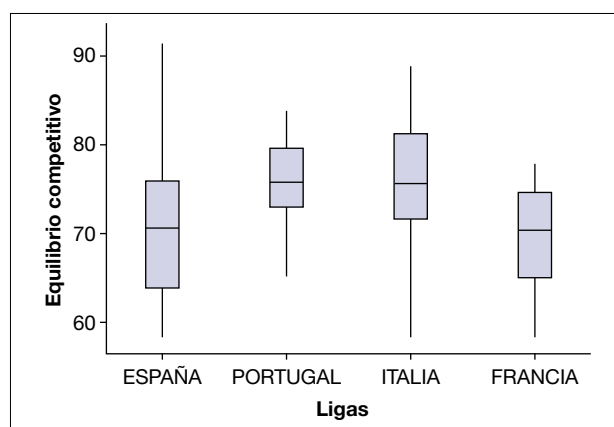
Se empleó el test Shapiro-Wilk para confirmar que los datos se distribuían normalmente, lo cual permitió llevar a cabo análisis paramétricos. Se realizaron estadísticas descriptivas para calcular la media $\pm$ SD y las frecuencias. Se realizaron comparaciones de grupo utilizando un análisis de varianza (ANOVA) con dos factores (liga y DPA), seguidos por el test de comparación múltiple *post hoc* de Tukey. Se realizaron análisis estadísticos con SPSS (versión 20 para Mac; SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.) y se estableció la significación estadística en $p < .05$.

Consideraciones éticas

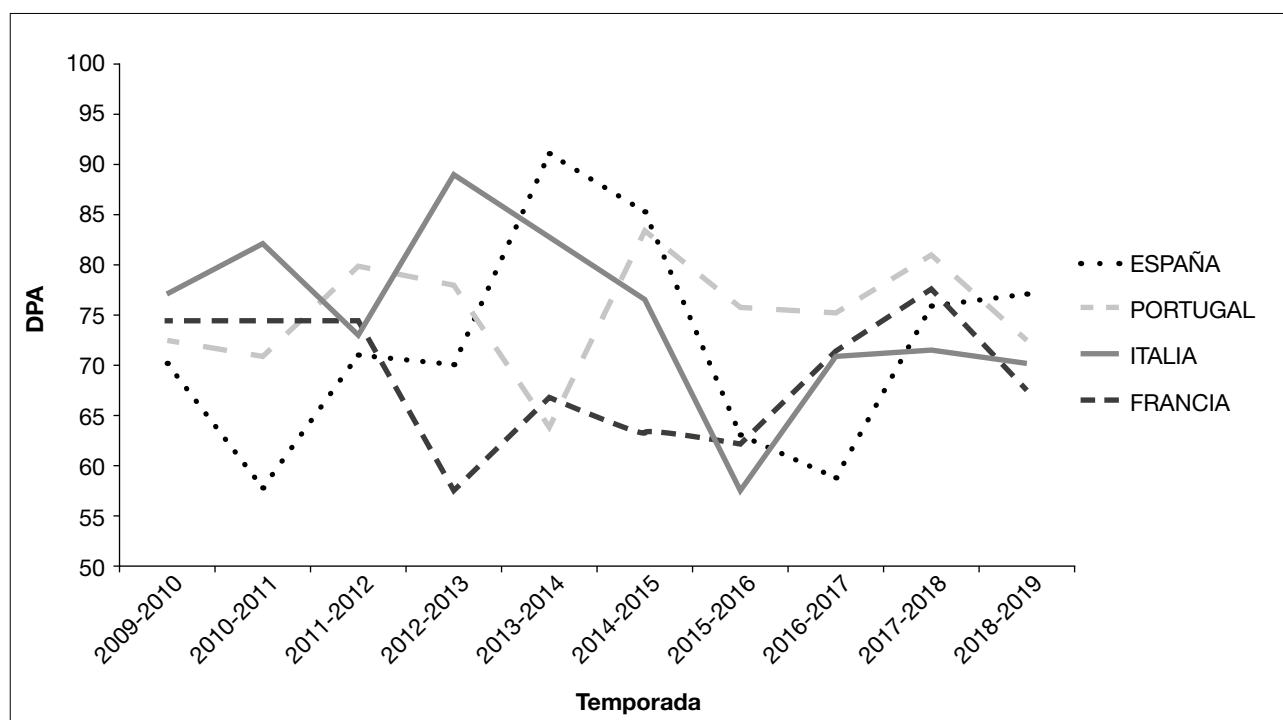
De acuerdo con los requisitos éticos de la American Psychological Association (2002), dado que el estudio se realizó en competiciones oficiales abiertas al público, no se requirió el consentimiento informado de los deportistas.

Resultados

La Tabla 1 muestra las estadísticas descriptivas y porcentajes de DPA para todos los encuentros de las distintas competiciones entre las temporadas de 2009-2010 y 2018-2019. La competición con el valor de DPA más bajo y, por consiguiente, la más equilibrada, fue la liga francesa (68.94 % $\pm$ 6.39). Si bien no se detectó un efecto principal significativo de la liga en el índice DPA [$F_{(3,32)} = 1.412$ $p = .255$] y esta diferencia no era estadísticamente significativa ($p > .05$), la diferencia en la liga portuguesa (75.31 % $\pm$ 5.48) y la liga italiana (75.16 % $\pm$ 8.55) se situó cerca de un 7 %. La liga española presentó un valor DPA más cercano, en comparación con las demás competiciones, con 71.93 % $\pm$ 10.77 (Figura 1).

**Figura 1**

Comparación de los valores de la diferencia de puntos acumulada en función de la liga.

**Figura 2**

Evolución de los valores de la diferencia de puntos acumulada a lo largo del tiempo.

Tabla 2

Equipos campeones, número de campeonatos y posición media entre las temporadas 2009-2010 y 2018-2019.

España			Portugal			Italia			Francia		
Club	C	AP	Club	C	AP	Club	C	AP	Club	C	AP
FC Barcelona	8	1.3	FC Porto	5	1.7	Forte Dei Marmi	4	4	HC Quévert	5	1.7
HC Liceo	1	2.1	SL Benfica	3	2.2	Amatori Lodi	3	3.6	La Vendéenne RH	2	3.33
Reus Deportiu	1	3.4	Sporting CP	1	5.42	Hockey Valdagno 1938	2	4.2	US Coutras	2	4.2
			AD Valongo	1	5.7	Viareggio	1	3.5	SCRA Saint-Omer	1	2.8

Nota. C: campeonatos ganados; PM: posición media.

La evolución del valor de la DPA a lo largo de las 10 temporadas analizadas fluctuó menos en las ligas portuguesa y francesa (Figura 2). Por el contrario, la liga española presentó una mayor variabilidad, con un valor de DPA en algunas temporadas del 91.11 % y en otras del 57.69 %.

La Tabla 2 muestra los clubes que ganaron el campeonato nacional y su posición media durante las 10 temporadas analizadas. Destaca el predominio de algunos clubes en sus respectivas ligas nacionales. Los equipos que muestran un valor medio cercano a 1 o 2 se situaron siempre en las posiciones superiores, aunque no ganaran el campeonato en todas las temporadas competitivas.

Tres clubes han ganado el campeonato al menos dos veces durante las 10 temporadas analizadas en las ligas francesa e italiana. Por otro lado, en la liga portuguesa, el FC Porto y el SL Benfica han ganado el campeonato dos o más veces (cinco

y tres, respectivamente), mientras que, en la liga española, el FC Barcelona se ha impuesto en ocho campeonatos.

Discusión

El objetivo principal de este estudio fue analizar el BC de varias ligas europeas masculinas profesionales de hockey sobre patines. Los resultados mostraron que la liga francesa presentó un valor de DPA más bajo y, por ende, puede considerarse la competición más equilibrada.

Hasta donde alcanza nuestro conocimiento, este es el primer estudio comparativo sobre el BC en ligas europeas de hockey sobre patines; apenas se encontraron datos sobre este tema en la literatura para poderlos cotejar con los hallazgos actuales. No obstante, comparando estos resultados con Gasparetto y Barajas (2016), que estudió la DPA en las ligas

de fútbol profesionales (entre las temporadas de 2006-2007 y 2013-2014), se detectaron algunas diferencias entre ambos deportes. Para empezar, los valores de DPA en todas las ligas de fútbol analizadas fueron inferiores que en los de las ligas de hockey sobre patines estudiadas. Los valores de DPA en los campeonatos profesionales de fútbol español (55.59%), francés (47.7%), italiano (54.28%) y portugués (58.89%) revelaron un balance competitivo más elevado que en el hockey sobre patines profesional. Una posible explicación para ello puede ser que el hockey sobre patines es un deporte que se juega con menos intensidad y con menos recursos económicos que el fútbol. Por este motivo, los distintos presupuestos de los equipos que compiten en una misma liga presentarían una mayor heterogeneidad, con la participación de deportistas profesionales y semiprofesionales en las mismas competiciones.

En cuanto a la evolución de los valores del BC a lo largo del tiempo, cabe destacar que la liga francesa fluctuó menos, mientras que las ligas española, portuguesa e italiana presentaron una mayor variabilidad. Los valores de DPA oscilaron entre el 77.27% y el 57.58% en la liga francesa, mientras que en las ligas española, portuguesa e italiana, el valor de DPA fue de 91.11% a 57.69%, de 83.33% a 64.44% y de 88.45% a 57.69%, respectivamente.

En cuanto a los clubes que se impusieron en los campeonatos nacionales durante estas 10 temporadas, las ligas española y portuguesa mostraron una baja variabilidad. La supremacía del FC Barcelona en la liga española fue prácticamente absoluta, con la consecución de 8 de las 10 ligas analizadas. Aparte del FC Barcelona (HC Liceo y Reus Deportiu, con una PM de 2,1 y 4,4, respectivamente), la PM de los equipos que se han impuesto en los campeonatos demostraba que los mismos equipos alcanzan de manera constante las primeras posiciones. Si bien en la liga portuguesa tal supremacía no es tan evidente como en la liga española, también se registró una tendencia similar y el FC Porto y el SL Benfica mostraron una gran superioridad a la hora de ganar los campeonatos (cinco y tres victorias, respectivamente) y en la PM (1,7 y 2,2). La clara superioridad que demuestran estos clubes en comparación con otros equipos podría atribuirse a razones económicas, dado que pertenecen a clubes de fútbol. Este fenómeno, que recibe el nombre de *drag effect* (Zamboni-Ferraresi et al., 2018), proporciona una gran ventaja a algunos equipos de hockey sobre patines por encima de otros que no forman parte de estructuras profesionales destacadas. Esos otros equipos no cuentan con instalaciones punteras ni con personal bien retribuido. Otro aspecto que debería tenerse en cuenta es la tradición y la historia de estos clubes, cuyo deporte fundacional es, generalmente, el fútbol. Los clubes de hockey sobre patines con una extensa tradición cuentan con mayor apoyo de las instituciones y los organismos reguladores del deporte. Por último, también debe tenerse en cuenta el efecto del público, ya que estos equipos tienen muchos aficionados. En este sentido, un estudio de investigación previo sobre el

fútbol ha revelado que la asistencia de público a un partido puede determinar de manera significativa la dinámica y los resultados (Sors et al., 2020). Todos los hechos mencionados arriba podrían explicar por qué los mismos equipos han ganado diversos campeonatos en las 10 últimas temporadas en las ligas española y portuguesa.

La presente investigación adolece de ciertas limitaciones que hay que reconocer y que deberían abordarse en futuros estudios. En primer lugar, este estudio solo ha utilizado el método de la DPA para calcular el BC. En segundo lugar, futuras investigaciones podrían analizar el BC en otros contextos competitivos del hockey sobre patines, como distintas divisiones (1ª división, 2ª división) o diferentes competiciones (Champions League, Copa de la CERS). Ampliar el estudio con más temporadas y análisis del BC a nivel de encuentro, temporada y nivel de competición, sumándole la opinión de los espectadores, podría ser el punto de partida para dotar de más peso a estas conclusiones. Además, identificar las claves que definen el éxito en una liga deportiva por encima de los demás puede ayudar a trascender los indicadores de equilibrio competitivo tradicionales.

Conclusiones

Nuestros resultados han identificado los valores de BC en cuatro de las principales ligas de hockey sobre patines europeas. Con acuerdo a estos hallazgos, la liga francesa mostró el valor de DPA más bajo y, en consecuencia, es la competición más equilibrada dentro de la muestra. Hasta donde llega nuestro conocimiento, este es el primer estudio que compara el BC entre las distintas ligas de hockey sobre patines europeas. Ningún estudio previo ha realizado esta comparación en un número amplio de temporadas para obtener resultados sólidos. En consecuencia, esta investigación aporta nuevos conocimientos para entender mejor el efecto del BC en general y en el deporte del hockey sobre patines en particular. De ahí que se espere que la presente investigación contribuya al desarrollo teórico y metodológico del tema.

El análisis del efecto del BC en las ligas profesionales de hockey sobre patines puede ser de interés para las asociaciones y federaciones de este deporte. Los datos cuantitativos del BC en cada liga pueden ayudar a quienes toman las decisiones a introducir cambios para fomentar unas competiciones más equilibradas (por ej., establecer un tope salarial, cambiar el formato de la competición, incluyendo el sistema de las finales o introducir una final a cuatro, en lugar de una liga normal) y aumentar el público.

Financiación

Esta investigación no ha recibido ninguna beca específica de organismos de financiación de los sectores público, comercial o sin ánimo de lucro.

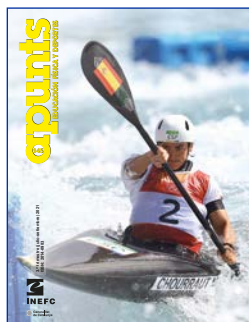
Referencias

- Arboix-Alió, J. & Aguilera-Castells, J. (2018). Influencia de marcar primero en hockey sobre patines. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 3(18), 220-231.
- Arboix-Alió, J. & Aguilera-Castells, J. (2019). Analysis of the home advantage in roller hockey. *Journal of Sport and Health Research*, 3(11), 263-272.
- Arboix-Alió, J., Aguilera-Castells, J., Buscà, B., Sánchez-López, M. & García-Eroles, L. (2019). Influence of half time score, match location and scoring first on match outcome in roller hockey. *24th Annual Congress of the European College of Sport Science*, 417-418. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24509.82402>
- Arboix-Alió, J., Buscà, B. & Aguilera-Castells, J. (2019). Competitive balance using Accumulated Points Difference method in male and female roller hockey leagues. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(2), 1200-1204. <https://doi.org/10.7752/jpes.2019.02174>
- Arboix-Alió, J., Buscà, B., Trabal, G., Aguilera-Castells, J. & Sánchez-López, M. (2020). Comparison of home advantage in men's and women's Portuguese roller hockey league. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 20(1), 181-189.
- Arboix-Alió, J., Trabal, G., Valente-Dos-Santos, J., Aguilera-Castells, J., Fort-Vanmeerhaeghe, A. & Buscà, B. (2021). The influence of contextual variables on individual set-pieces in elite rink hockey. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 00(00), 1-12. <https://doi.org/10.1080/24748668.2021.1890525>
- Bačik, V., Klobučník, M. & Mignot, J.-F. (2019). What made the tour successful? Competitive balance in the Tour de France, 1947-2017. *Sport in Society*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/17430437.2019.1621844>
- Bowman, R. A., Lambrinos, J. & Ashman, T. (2018). Prospective measures of competitive balance application to money lines in the national hockey league. *Applied Economics*, 00(00), 1-12. <https://doi.org/10.1080/00036846.2018.1444262>
- Fernández, D., Novelles, A., Tarragó, R. & Reche, X. (2020). Comparing the most demanding passages of official matches and training drills in elite roller hockey. *Apunts Educación Física y Deportes*, 140, 77-80. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/2\).140.11](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/2).140.11)
- García-Unanue, J., Godoy, A., Villarrubia, L., Sánchez-Sánchez, J. & Gallardo, L. (2014). Balance competitivo en las ligas europeas de baloncesto y la NBA. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 9(27), 235-242. <https://doi.org/10.12800/ccd.v9i27.465>
- Gasparetto, T. & Barajas, A. (2016). Reanalizando la competitividad en la industria del fútbol: diferencia acumulada de puntos. *Revista de Administração de Empresas*, 56(3), 288-301. <https://doi.org/10.1590/s0034-759020160303>
- Gómez-González, C., del Corral, J., Jewell, R. T., García-Unanue, J. & Nessler, C. (2019). A Prospective Analysis of Competitive Balance Levels in Major League Soccer. *Review of Industrial Organization*, 54(1), 175-190. <https://doi.org/10.1007/s11151-018-9667-3>
- Hantau, C., Alexandru, A., Yannakos, A. & Hantau, C. (2014). Analysis of the Competitional Balance in the Romanian Women Handball. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 117, 672-677. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.280>
- Hogan, V., Massey, P. & Massey, S. (2013). Competitive balance and match attendance in European rugby union leagues. *Economic and Social Review*, 44(4), 425-446.
- Humphreys, B. R. (2002). Alternative Measures of Competitive Balance in Sports Leagues. *Journal of Sports Economics*, 3(2), 133-148. <https://doi.org/10.1177/152700250200300203>
- Kringstad, M. (2020). Comparing competitive balance between genders in team sports. *European Sport Management Quarterly*, 0(0), 1-18. <https://doi.org/10.1080/16184742.2020.1780289>
- Lee, Y. H., Kim, Y. & Kim, S. (2018). A Bias-Corrected Estimator of Competitive Balance in Sports Leagues. *Journal of Sports Economics*, 152700251877797. <https://doi.org/10.1177/1527002518777974>
- Levin, M. A. & Bailey, B. C. (2012). Competitive balance as a predictor of season attendance among North American non-major sports leagues. *Journal of Global Scholars of Marketing Science*, 22(2), 117-130. <https://doi.org/10.1080/12297119.2012.655096>
- Levin, M. A. & McDonald, R. (2009). The value of competition: competitive balance as a predictor of attendance in spectator sports. *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, 11(1), 2-19. <https://doi.org/10.1108/IJMS-11-01-2009-B002>
- Mills, B. & Winfree, J. (2018). Athlete Pay and Competitive Balance in College Athletics. *Review of Industrial Organization*, 52(2), 211-229. <https://doi.org/10.1007/s11151-017-9606-8>
- Naghshbandi, S., Yousefi, B., Etemad, Z. & Moradi, M. (2011). The comparison of competitive balance in Football Premier Leagues of England, Germany, Spain, France, Italy and Iran: A case study from 2009-2010 Season. *Journal of Human Sport and Exercise*. <https://doi.org/10.4100/jhse.2011.64.10>
- Owen, P. D., Ryan, M. & Weatherston, C. R. (2007). Measuring Competitive Balance in Professional Team Sports Using the Herfindahl-Hirschman Index. *Review of Industrial Organization*, 31(4), 289-302. <https://doi.org/10.1007/s11151-008-9157-0>
- Ramchandani, G., Plumley, D., Boyes, S. & Wilson, R. (2018). A longitudinal and comparative analysis of competitive balance in five European football leagues. *Team Performance Management: An International Journal*, 24(5/6), 265-282. <https://doi.org/10.1108/TPM-09-2017-0055>
- Schmidt, M. B. (2001). Competition in Major League Baseball: the impact expansion. *Applied Economics Letters*, 8(1), 21-26. <https://doi.org/10.1080/135048501750041231>
- Soebbing, B. P. (2008). Competitive balance and attendance in Major League Baseball: An empirical test of the uncertainty of outcome hypothesis. *International Journal of Sport Finance*, 3(2), 119-126.
- Sousa, T., Sarmento, H., Marques, A., Field, A. & Vaz, V. (2020). The influence of opponents' offensive play on the performance of professional rink hockey goalkeepers. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20(1), 53-63. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1704499>
- Sors, F., Grassi, M., Agostini, T. & Murgia, M. (2020). The sound of silence in association football: Home advantage and referee bias decrease in matches played without spectators. *European Journal of Sport Science*, 0(0), 1-9. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1845814>
- Szymanski, S. (2003). The economic design of sporting contests. *Journal of Economic Literature*, 51, 1137-1187
- Trabal, G. (2016). Ethnographic Study of the Roller Hockey Goalkeeper: a Life between Paradoxes. *Apunts Educación Física y Deportes*, 126, 23-29. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2016/4\).126.02](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2016/4).126.02)
- Trabal, G., Daza, G. & Riera, J. (2020). La eficacia del portero en la falta directa del hockey patines. *Apunts Educación Física y Deportes*, 139, 56-64. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/1\).139.08](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/1).139.08)
- Zambom-Ferraresi, F., García-Cebrián, L. I. & Lera-López, F. (2018). Competitive balance in male and female leagues: Approximation to the Spanish case. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(3), 1323-1329. <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.s3196>
- Zheng, J., Dickson, G., Oh, T. & De Bosscher, V. (2019). Competitive balance and medal distributions at the Summer Olympic Games 1992-2016: overall and gender-specific analyses. *Managing Sport and Leisure*, 24(1-3), 45-58. <https://doi.org/10.1080/23750472.2019.1583076>

Conflicto de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la url <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES



Revisión sistemática de las influencias sociales en el deporte: apoyo de la familia, entrenadores y compañeros de equipo

Larissa Fernanda Porto Maciel¹ , Raquel Krapp do Nascimento¹ , Michel Milistetd² , Juarez Vieira do Nascimento² & Alexandra Folle¹

¹Departamento de Educación Física de la Universidad del Estado de Santa Catarina, Florianópolis (Brasil).

²Departamento de Educación Física de la Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis (Brasil).

Citación:

Porto Maciel, L.F., Krapp do Nascimento, R., Milistetd, M., Vieira do Nascimento, J. & Folle, A. (2021) Systematic Review of Social Influences in Sport: Family, Coach and Teammate Support. *Apunts Educación Física y Deportes*, 145, 39-52. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/3\).145.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/3).145.06)

Editado por:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondencia:

Larissa Fernanda Porto Maciel
larissa.maciell10@edu.udesc.br

Sección:

Pedagogía deportiva

Idioma del original:

Inglés

Recibido:

6 de enero de 2021

Aceptado:

18 de marzo de 2021

Publicado:

1 de julio de 2021

Portada:

Maialen Chourraut (ESP)
compitiendo en los
Juegos Olímpicos de
Río de Janeiro (2016),
estadio Whitewater.
Semifinal de kayak
femenino (K1).
REUTERS / Ivan Alvarado

Resumen

El objetivo de este estudio era analizar las publicaciones científicas sobre la influencia de los agentes sociales en el deporte con el fin de identificar los distintos tipos (emocional, informativo, tangible) y niveles (positivo, indiferente, negativo) de apoyo social que brindan a los deportistas sus familiares, entrenadores y compañeros de equipo. Esta investigación sistemática se llevó a cabo mediante la búsqueda en las bases de datos de PsycInfo, ProQuest, SportDiscus, Scopus y Web of Science, así como en listas de revisiones sistemáticas del apoyo social al deporte. Para llevar a cabo el estudio se utilizó la lista de comprobación PRISMA y el análisis de calidad del estudio se implementó aplicando la declaración STROBE. Se usaron los criterios PECOS para evaluar la elegibilidad de los estudios encontrados a partir de los términos aplicados en la estrategia de búsqueda. Los 31 estudios seleccionados examinaban la percepción de los deportistas de modalidades individual y colectiva de las tres etapas del entrenamiento deportivo (diversificación, especialización e inversión). La conclusión principal es que los avances en la investigación sobre el apoyo social han generado un conjunto diverso de pruebas que revelan que el análisis se enfoca principalmente en el apoyo social familiar. Se identificó que los familiares acostumbra a ser los principales proveedores de apoyo social y, como tales, ofrecen a los deportistas formas únicas de apoyo emocional, informativo e intangible tanto desde una perspectiva positiva como negativa. Los entrenadores desempeñan un papel importante en el apoyo emocional e informativo y los compañeros de equipo, en el apoyo emocional. La conclusión es que contar con unos niveles positivos de apoyo emocional, informativo y tangible por parte de los agentes sociales es fundamental para consolidar la voluntad de los deportistas de mantener y prolongar su implicación con el deporte.

Palabras clave: apoyo social, conocimiento, relaciones interpersonales, revisión sistemática.

Introducción

Las relaciones interpersonales son uno de los factores principales que determinan la calidad de las experiencias que los deportistas viven al practicar deporte (Coutinho et al., 2018). De ahí que entender las influencias sociales se haya considerado uno de los temas más relevantes para predecir el rendimiento deportivo (Goldsmith, 2004), el cual se ve influenciado por el resultado de la interacción con los agentes sociales, además de por las experiencias y un entrenamiento de calidad y por el talento innato del deportista.

Teniendo en cuenta el apoyo social en el deporte, los deportistas tienen tres fuentes de influencia principales a medida que progresan en su carrera deportiva: su familia, los entrenadores y los compañeros de equipo. Estos agentes sociales componen una red social compleja y con múltiples facetas que puede no tener ninguna influencia o bien tener efectos positivos y/o negativos en las experiencias deportivas de los deportistas (Côté et al., 2003; Côté et al., 2016; Sheridan et al., 2014), ya que contribuyen a generar un clima motivador definido a través de sus comportamientos, valores, actitudes y apoyo (Camerino et al., 2019; Puigarnau et al., 2016) y afectan a la manera de interactuar y de percibir su implicación con el deporte que tienen los deportistas (Atkins et al., 2013). Por este motivo, en este artículo se explican los tres agentes sociales y cómo contribuyen a la implicación de los deportistas en el deporte.

Apoyo social

El término “apoyo social” suele utilizarse en la literatura para describir un grupo de fenómenos diferenciados pero interrelacionados (Goldsmith, 2004). En el contexto del deporte, se trata de un factor multidimensional que se ha empleado para describir la calidad general de las relaciones a través del apoyo percibido, disponible o recibido y de la red social individual (Rees y Hardy, 2000).

Existen diversos tipos de apoyo social (Goldsmith, 2004), si bien tres de ellos se consideran especialmente relevantes en el deporte: el emocional, el informativo y el tangible (Cutrona y Russell, 1990; Holt y Dunn, 2004). El apoyo emocional hace alusión a los cuidados y aliento que hacen que una persona se sienta querida y protegida por los demás (por ejemplo, la motivación y el afecto). El apoyo informativo incluye recibir información y consejo con respecto a distintas situaciones contextuales (por ejemplo, *feedback* y consejos), mientras que el apoyo tangible incluye la ayuda concreta recibida (por ejemplo, ayuda logística o financiera) (Holt y Dunn, 2004; Cutrona y Russell, 1990). Así pues, el desarrollo positivo de los deportistas a través del deporte dependerá de las relaciones con los agentes sociales, del tipo de apoyo que reciban y de cómo lo perciban.

Agentes sociales

La familia se considera el principal actor de socialización, a través del cual los niños desarrollan sus propias identidades y aprenden las normas y los valores de la sociedad en la que viven (Kubayi et al., 2014). Mayoritariamente, es la familia la que brinda al niño la primera oportunidad de practicar un deporte, además de influir significativamente en la decisión del niño de seguir practicándolo o abandonarlo (Nunomura y Oliveira, 2013). De ahí que, desde el acceso a un deporte hasta la consecución de los primeros logros, los padres ejerzan una influencia significativa en la carrera deportiva de sus hijos (Dunn et al., 2016; Sheridan et al., 2014).

Además de la familia, el entrenador ocupa una posición de poder y liderazgo que se considera determinante en las experiencias de los deportistas (Kassing et al., 2004; Mora et al., 2014; Nascimento Junior et al., 2020). A medida que los jóvenes deportistas se van involucrando de manera más sistemática en el deporte, los entrenadores se convierten en una fuente importante de influencia, mientras que los padres pasan a un segundo plano y desempeñan un papel menos directivo en la práctica deportiva de sus hijos (Pérez-González et al., 2019; Wylleman y Lavallee, 2004). Ello explica que el apoyo y la calidad de la relación entre el entrenador y el deportista se hayan considerado elementos fundamentales para el desarrollo de la carrera deportiva (Jowett y Cockerill, 2003) y, por consiguiente, un aspecto clave para el éxito en el deporte (Riera et al., 2017).

A pesar de la influencia significativa que poseen la familia y el entrenador, llega un momento en que los jóvenes deportistas empiezan a pasar más tiempo con sus compañeros del entorno deportivo. Durante este período, que suele tener lugar en la adolescencia, la influencia de sus iguales adquiere un papel cada vez más relevante para los deportistas (Côté et al., 2016; Mora et al., 2014), tanto en el deporte como en otros contextos de sus vidas (Holt y Sehn, 2008; Sanz-Martín, 2020; Scott et al., 2019). Los compañeros de equipo constituyen una red social que permite compartir objetivos, estilos de vida, dificultades y una sensación de relación entre sus integrantes. Además del potencial de proporcionar experiencias psicológicas positivas y/o negativas a través de la práctica del deporte (Fraser-Thomas y Côté, 2009; Scott et al., 2019), influyen en la implicación del deportista y en su voluntad de continuar practicando o abandonar el deporte (Fraser-Thomas et al., 2008a).

Teniendo en cuenta la perspectiva del apoyo social en el deporte, cabe destacar que la producción científica en torno a las influencias sociales ha aumentado de manera considerable con el paso de los años (Cranmer y Sollitto, 2015; Folle et al., 2018; Keegan et al., 2010). En general, los estudios han subrayado que los deportistas tienen más probabilidades de alcanzar resultados positivos (un elevado rendimiento y una carrera deportiva exitosa) si

reciben apoyo y se los alienta con un *feedback* positivo, si cuentan con el respaldo de sus familias, con entrenadores que estimulan su autonomía (Dunn et al., 2016) y con compañeros de equipo que les ayudan a desarrollarse personal y moralmente (Valero-Valenzuela et al., 2020).

Además de las influencias sociales, se ha sugerido que los modelos de desarrollo deportivo entienden y determinan mejor la implicación de los jóvenes en el deporte, incluido el Modelo de Desarrollo Deportivo, o DMSP, por sus siglas en inglés (Côté, 1999; Côté et al., 2003). El DMSP propone que los jóvenes avancen por las distintas etapas con características específicas y grupos de edad secuenciales. Dichas etapas están relacionadas con la diversificación inicial en las actividades deportivas (hasta los 12 años), la especialización en un deporte (entre los 13 y los 15 años) y la inversión en un deporte concreto, centrándose en el rendimiento (más de 16 años) (Côté et al., 2003).

Si bien existen estudios de investigación importantes acerca de las influencias sociales, se adolece de una escasez de estudios de revisión sistemáticos que ofrezcan una visión integradora de los conocimientos empíricos existentes, centrada en el apoyo recibido por parte de los tres agentes sociales principales (familia, entrenadores y compañeros de equipo) y en el tipo (emocional, informativo y tangible) y nivel (positivo, indiferente y negativo) de apoyo que se ofrece a los deportistas. Tal como indican las revisiones sistemáticas sobre este tema (Bremer, 2012; Sheridan et al., 2014), tales estudios amplían nuestra comprensión de la materia y proporcionan a los investigadores la oportunidad de compartir las evidencias disponibles mediante la identificación de las teorías adecuadas para desarrollar direcciones de investigación y estrategias de intervención futuras, así como para aumentar la conciencia acerca del tipo de métodos de investigación empleados en el ámbito de los estudios y detectar qué investigaciones siguen necesitándose.

Teniendo en cuenta dicha situación, esta revisión se propuso analizar publicaciones científicas sobre la influencia de los agentes sociales en el deporte con el fin de identificar los distintos tipos y niveles de apoyo que brindan a los deportistas sus familias, entrenadores y compañeros de equipo. De acuerdo con dicho objetivo y con la literatura existente en la materia, para el presente estudio se formularon cuatro hipótesis: a) la familia proporciona un apoyo principalmente emocional y tangible; b) los entrenadores proporcionan un apoyo primordialmente informativo; c) los compañeros de equipo son los que proporcionan un mayor apoyo emocional; y d) los deportistas perciben el apoyo recibido por parte de los distintos agentes sociales predominantemente como algo positivo.

Metodología

Protocolo de investigación

Para la preparación de la presente revisión sistemática se siguieron los criterios recomendados por la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Moher et al., 2009), que proporciona una guía para las revisiones sistemáticas y los metaanálisis (Moher et al., 2015). Con vistas a aumentar la transparencia del proceso de revisión y dar a conocer y reducir la duplicación imprevista de revisiones sistemáticas, el protocolo de esta investigación se registró en la base de datos PROSPERO (International Prospective Register of Systematic, CRD42019114096). El registro permite una documentación permanente de 22 elementos obligatorios (más 18 opcionales) durante la preparación y la realización de una revisión *a priori* sistemática, y contribuye a la precisión, exhaustividad y accesibilidad de los estudios (Moher et al., 2015).

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda rigurosa de literatura en las bases de datos electrónicas siguientes: PsycInfo (APA); ProQuest (Physical Education Index); SportDiscus a través de EBSCO; Scopus (Elsevier), y Web of Science - Core Collection (Clarivate Analytics). Se optó por utilizar tales bases de datos por su inclusión de revisiones sistemáticas relacionadas con el apoyo social en el ámbito de las ciencias del deporte (Bremer, 2012; Sheridan et al., 2014), y se realizó una búsqueda secundaria manual en listas de referencia para localizar estudios adicionales.

En cada uno de los motores de búsqueda se introdujeron términos relacionados con la temática del estudio (“influencia” OR “apoyo” OR “implicación”), que se combinaron con términos relacionados con la población (“deportista” OR “padres” OR “familia” OR “entrenador” OR “compañeros” OR “compañeros de equipo”) y el contexto de las búsquedas (deporte), utilizando el operador booleano AND para combinar términos relacionados con la temática, la población y el contexto (“influencia” OR “apoyo” OR “implicación” AND “deportista” OR “padres” OR “familia” OR “entrenador principal” OR “compañeros de equipo” AND “deporte”).

Criterios de elegibilidad

La elegibilidad de los artículos rastreados siguió las recomendaciones de la literatura para llevar a cabo un estudio de estas características (Meline, 2006). Para el análisis consideramos artículos originales escritos en inglés durante el período 2001-2018 (siglo XXI) que ofrecieran un resumen y el texto íntegro disponible en línea.

		Inclusión	Exclusión
P	<i>Participantes</i>	Atletas (familia, entrenadores y compañeros de equipo)	No atletas
E	<i>Exposición</i>	Entrenamiento y competiciones	Educación física escolar: actividad y ejercicio físico
C	<i>Comparación</i>	Agentes sociales: familia y compañeros de equipo Nivel de apoyo: positivo, indiferente y negativo	--
R	<i>Resultado</i>	Percepción del deportista del apoyo social (influencia, implicación) en el deporte	Percepción de familiares, entrenadores y compañeros de equipo
E	<i>Estudio</i>	Investigación empírica (estudios de campo – descriptivos, transversales)	Experimentales, teóricos e instrumentales

Figura 1

Crterios de inclusión y exclusión de los estudios seleccionados para su revisión.

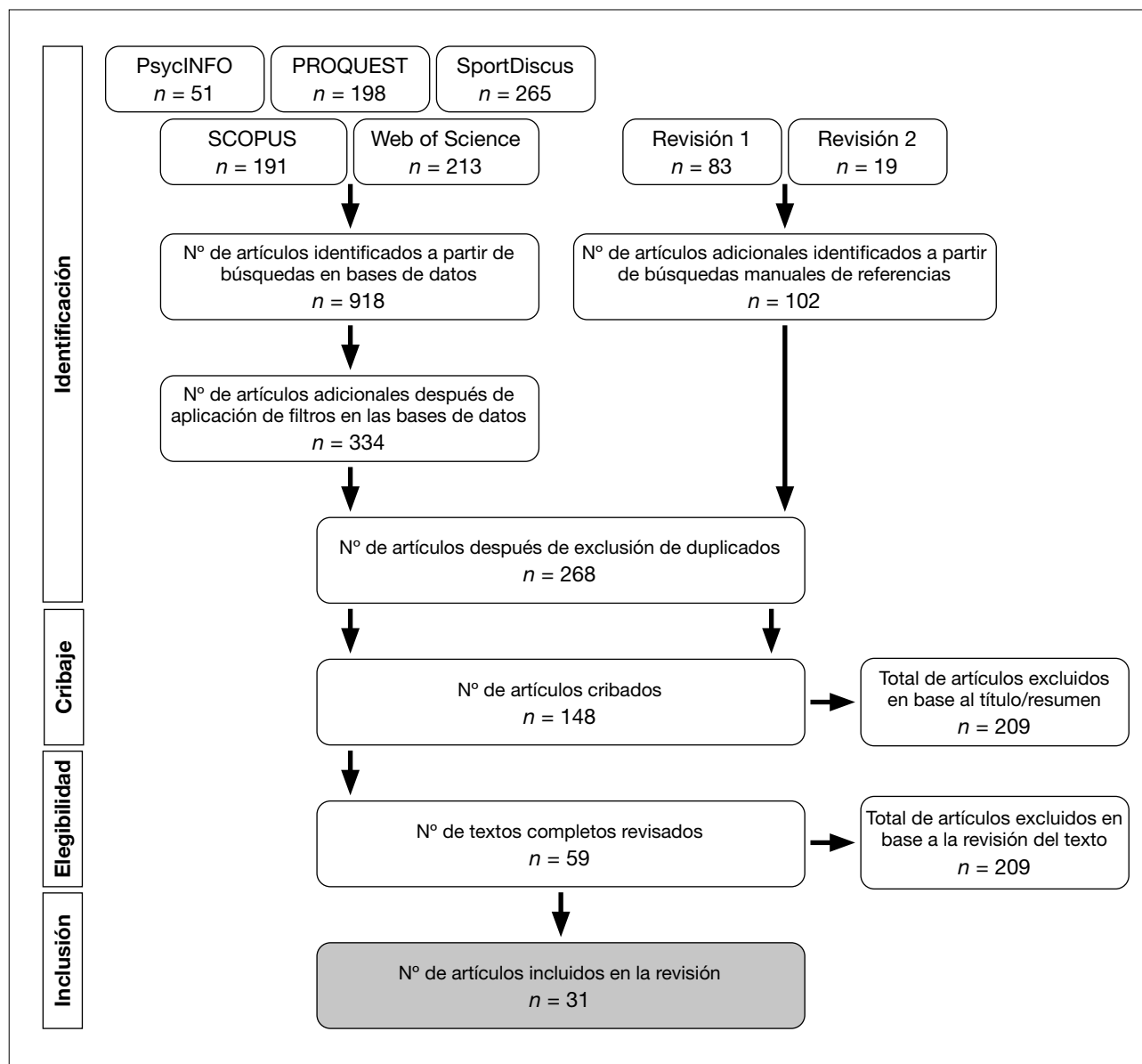
**Figura 2**

Diagrama de flujo PRISMA modificado con los registros recopilados y los registros finales elegibles tras el proceso de selección.

La evaluación de la elegibilidad se llevó a cabo de manera estandarizada e independiente por parte de dos investigadores licenciados en Educación Física, a la vez participantes en el programa de doctorado de Ciencias del Movimiento Humano y con experiencia en la elaboración de investigaciones científicas y revisiones sistemáticas. Las discrepancias se resolvieron mediante consenso, con la ayuda de un tercer investigador en caso de desacuerdo (Prat et al., 2019). La inclusión y exclusión de estudios se realizó en atención a los criterios PRISMA PECOS (Figura 1). Tras efectuar las búsquedas en las bases de datos, se eliminaron los estudios duplicados. Por último, se siguieron tres pasos para seleccionar los estudios en base a los criterios de elegibilidad: la lectura del título, la lectura de los resúmenes y la lectura de los textos completos. La elegibilidad para la inclusión en los estudios finales se verificó calculando el grado de acuerdo o reproducibilidad entre dos conjuntos de datos mediante el índice Kappa (Cohen, 1960). Se obtuvo un valor superior a 0.87, el cual indica un nivel de acuerdo perfecto entre los evaluadores (Anguera y Hernández-Mendo, 2014; Landis y Koch, 1977).

La búsqueda en las bases de datos (primaria y secundaria) se llevó a cabo durante la primera mitad de noviembre de 2018 y generó 1020 registros. En la fase de selección, 179 artículos se excluyeron tras la lectura del título porque no satisfacían los criterios PECOS siguientes: participación (9); exposición (4); resultado (132); estudio (3); exposición/resultado (8); participación/resultado (19); participación/estudio (2); resultado/estudio (2). Tras la lectura de los resúmenes, se eliminaron 30 artículos en atención a los criterios siguientes: participación (8); resultado (7); estudio (4); participación/resultado (6); participación/exposición (5). Por último, en la fase de elegibilidad, se eliminaron 28 artículos que no reunían los criterios de resultado (27) e idioma (1). En la Figura 2 se presenta un diagrama de flujo que resume el proceso de selección del estudio.

Evaluación de la calidad metodológica de los estudios

Dos investigadores evaluaron de manera independiente la calidad de cada estudio revisado mediante la lista de comprobación adaptada de los elementos incluidos en los estudios transversales (STROBE - Elm et al., 2008). La lista de comprobación estaba integrada originalmente por 22 elementos, 17 de los cuales se utilizaron en este estudio, todos ellos relacionados con el título y el resumen del artículo (elemento 1), la introducción (elementos 2 y 3), los métodos (elementos 4-8 y 10-12), los resultados (elementos 13-14 y 16) y los apartados de discusión (elementos 18-20).

Los estudios se clasificaron con acuerdo a los siguientes puntos de corte: A (>80 %, alto), B (de 50 % a 80 %, moderado) y C (<50 %, bajo). Los puntos de corte se obtuvieron a partir de la suma de la puntuación aplicada a cada elemento: 0 (no

responde); 1 (responde) (Olmos et al., 2008). Los desacuerdos entre los investigadores se resolvieron mediante consenso. Las puntuaciones de calidad metodológica para todos los estudios incluidos figuran en la Tabla 1.

Extracción y análisis de datos

Los estudios extraídos se organizaron y archivaron usando el *software* Endnote (X7), mientras que la categorización y el análisis se realizaron con ayuda del *software* QSR NVivo PRO (versión 12). De acuerdo con la información presentada en los estudios, las características (año; localización del estudio; género; fase de desarrollo deportivo, basada en la edad y el tipo de deporte; agentes sociales investigados; tipo de investigación; instrumental y *software* empleados) y la calidad de los estudios se analizaron cuantitativamente mediante estadísticas descriptivas (frecuencia absoluta).

Resultados

Los resultados presentados en los estudios se analizaron cualitativamente mediante el establecimiento de categorías y subcategorías de análisis, que se definieron *a priori* en base al marco conceptual y *a posteriori* en base a los datos empíricos de los estudios: agentes sociales (familiares, entrenadores y compañeros de equipo); tipo de apoyo social (emocional, informativo o tangible), y nivel de apoyo social (positivo, indiferente o negativo).

Características de los estudios

Las características de los 31 estudios seleccionados para esta revisión sistemática se incluyen en la Tabla 1. La mayoría de estas investigaciones se publicaron a partir de 2010 (21). En términos de ubicación de los estudios, cuatro de ellos se realizaron en Estados Unidos y cuatro en el Reino Unido.

La mayoría de las investigaciones se llevaron a cabo con deportistas de ambos sexos (24) y solo una se realizó exclusivamente con deportistas de sexo masculino. En cuanto a la fase de desarrollo a largo plazo del deportista (Côté et al., 2003), 10 estudios se llevaron a cabo con deportistas en las tres fases (diversificación, especialización, inversión) y 14 estudios incluían a practicantes de deportes de equipo e individuales. Los estudios que aplicaban un enfoque cuantitativo (16) recogieron los datos mediante cuestionarios (16), mientras que los estudios con un enfoque cualitativo (14) recurrieron a entrevistas semiestructuradas (10), y solo se realizó una investigación que incluyera ambos planteamientos. Los programas de *software* SPSS ($n=4$) y NVivo ($n=4$) fueron los más utilizados para el análisis de los datos. Además, predominaban los estudios que contemplaban la percepción de los deportistas sobre el apoyo proporcionado por sus familias (13) (Tabla 1).

Tabla 1
Resumen de las características del estudio.

Autor(es)	Año	Ubicación del estudio	Género	Fases de desarrollo	Modalidad	Tipo de investigación	Instrumentos	Software	Influencias sociales	Calidad del estudio
Wyllerman et al.	2002	NE	M/F	I	Individual	Cuantitativo	Cuestionarios	NE	FE	B
Wuerth, Lee y Alfermann	2004	Alemania	M/F	Mu/Es/I	Individual Colectivo	Cuantitativo	Cuestionarios	NE	F	A
Wolfenden y Holt	2005	Inglaterra	M/F	Es	Individual	Cualitativo	Entrevistas semiestructuradas	NE	F/E	A
Jowett y Timson-Katchis	2005	República de Chipre	F	I	Individual	Cualitativo	Entrevistas semiestructuradas	NE	F/E	A
Ullrich-French y Smith	2006	EE. UU.	M/F	Mu /Es	Colectivo	Cuantitativo	Cuestionarios	NE	F/CE	A
Schinke et al.	2006	Canadá	M/F	Mu/Es/I	Individual Colectivo	Cualitativo	Entrevistas semiestructuradas	NE	F	B
Mccarthy y Jones	2007	Inglaterra	M/F	Mu	Individual Colectivo	Cualitativo	Discusiones de grupo/entrevistas semiestructuradas	NE	F/E/CE	A
Jowett	2008	Inglaterra	F	Mu/Es/I	Individual	Cualitativo	Entrevistas semiestructuradas	NE	F/E	A
Ullrich-French y Smith	2009	EE. UU.	M/F	Mu/Es	Colectivo	Cuantitativo	Cuestionarios	NE	F/CE	A
Keegan et al.	2009	NE	M/F	Mu	Individual Colectivo	Cualitativo	Entrevistas/discusiones de grupo	NVIVO	F/E/CE	A
Keegan et al.	2010	NE	M/F	Mu/Es/I	Individual Colectivo	Cualitativo	Discusiones de grupo/entrevistas semiestructuradas	NVIVO	F/E/CE	A
Bhalla y Weiss	2010	Canadá	F	Es/I	Individual Colectivo	Cualitativo	Entrevistas semiestructuradas	NE	F	A
Fry y Gano-Overway	2010	NE	M/F	Mu/Es/I	Colectivo	Cuantitativo	Cuestionarios	NE	E/CE	A
Jowett y Cramer	2010	NE	M/F	Es/I	Individual	Cuantitativo	Cuestionarios	NE	E	A
Lauer et al.	2010	NE	M/F	I	Individual	Cualitativo	Entrevistas semiestructuradas	NE	F	A
Taylor y Bruner	2012	Inglaterra	M	Mu/Es/I	Colectivo	Cuantitativo	Cuestionarios	EQS	E	B

Nota. Fases de desarrollo (definidas en base a Côté, Baker y Albernethy, 2003). Mu: muestreo (hasta 12 años); Es: especialización (de 13 a 15 años); I: inversión (más de 16 años); M: masculino; F: femenino; NE: no especificado; F: familia; E: entrenadores; CE: compañeros de equipo; A: calidad alta, B: calidad moderada.

Tabla 1 (Continuación)
Resumen de las características del estudio.

Autor(es)	Año	Ubicación del estudio	Género	Fases de desarrollo	Modalidad	Tipo de investigación	Instrumentos	Software	Influencias sociales	Calidad del estudio
Siekańska	2012	NE	M/F	I	Individual/ Colectivo	Cuantitativo	Cuestionarios	NE	F	B
Dionigi, Fraser-Thomas y Logan	2012	Canadá	M/F	I	Individual Colectivo	Cualitativo	Entrevistas semiestructuradas	NE	F	A
Nunomura y Oliveira	2013	Brasil	M/F	Es/I	Individual	Cualitativo	Entrevistas semiestructuradas	NE	F	B
Rottensteiner et al.	2013	Finlandia	M/F	Es/I	Colectivo	Cuantitativo	Cuestionarios	SPSS	E	A
Atkins et al.	2013	EE. UU.	F	Es	Individual Colectivo	Cuantitativo	Cuestionarios	EQS	F	A
Kubayi et al.	2014	Sudáfrica	M/F	I	NS	Cuantitativo	Cuestionarios	SPSS	F/CE	B
Santi et al.	2014	NE	M/F	I	Individual	Cuantitativo	Cuestionarios	SPSS/ AMOS	CE/E	A
Amado et al.	2015	España	M/F	Mu/Es/I	Individual Colectivo	Cuantitativo	Cuestionarios	SPSS	F	A
Marsh et al.	2015	EE. UU.	M/F	Mu/Es/I	Individual Colectivo	Cuantitativo- cualitativo	Entrevistas/cuestionarios	SPSS	F/E	B
Kang, Jeon y Kwon	2015	Corea	M/F	Mu/Es/I	NS	Cuantitativo	Cuestionarios	PASW	F	A
Cranmer y Sollitto	2015	NE	M/F	I	Individual Colectivo	Cuantitativo	Cuestionarios	NE	E	A
MacPherson, Kerr y Stirling	2016	NE	F	Es/I	Individual Colectivo	Cualitativo	Entrevistas semiestructuradas/ foto-elicitación	NE	CE	A
Maniam	2017	Australia	M/F	I	Individual Colectivo	Cualitativo	Entrevistas semiestructuradas	NVIVO	F	B
Danioni, Barni y Rosnati	2017	Italia	M/F	Es/I	Colectivo	Cuantitativo	Cuestionarios	NE	F	A
Folle et al.	2018	Brasil	F	Mu/Es/I	Colectivo	Cualitativo	Entrevistas semiestructuradas	NVIVO	F	A

Nota. Fases de desarrollo (definidas en base a Côté, Baker y Albernethy, 2003). Mu: muestreo (hasta 12 años); Es: especialización (de 13 a 15 años); I: inversión (más de 16 años); M: masculino; F: femenino; NE: no especificado; F: familia; E: entrenadores; CE: compañeros de equipo; A: calidad alta, B: calidad moderada.

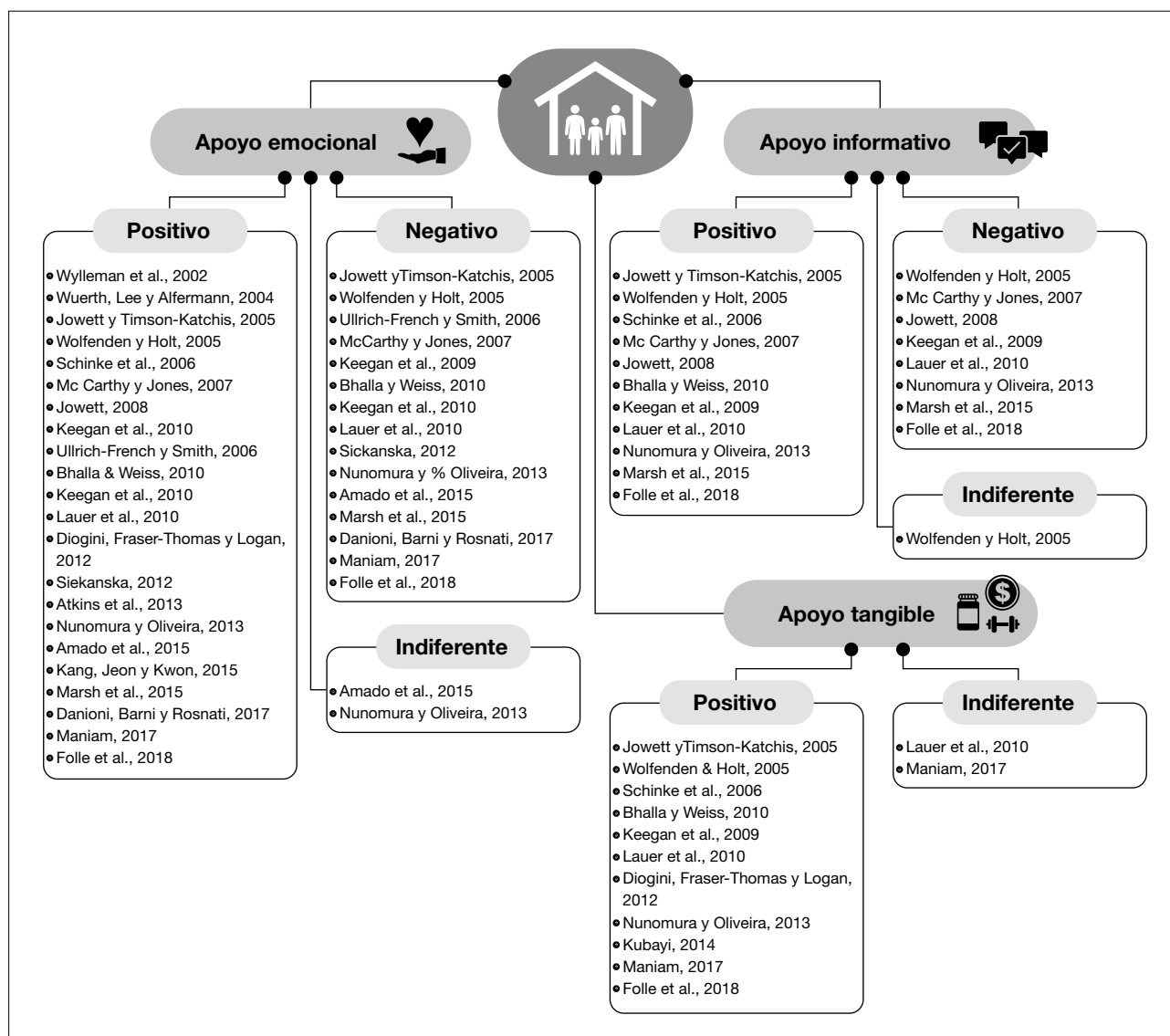


Figura 3
Estudios que observaron el apoyo de la familia en el deporte.

Riesgo de sesgo

En atención a las pautas utilizadas (Elm et al., 2008; Olmos et al., 2008), se atribuyó una elevada calidad metodológica a la mayoría de los estudios (23) y una calidad moderada a ocho estudios. En total, el riesgo de sesgo en los estudios incluidos se consideró relativamente bajo.

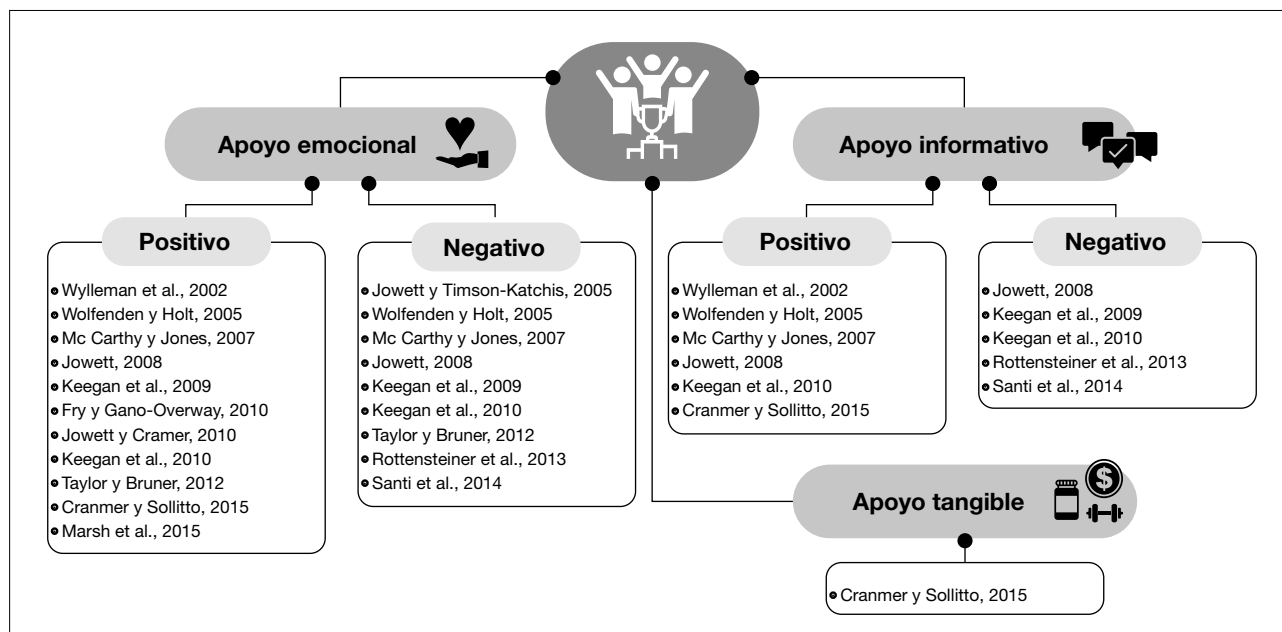
Agentes sociales, tipo y nivel de apoyo social

Los resultados del estudio se organizaron en torno a la influencia de los principales agentes sociales investigados (familiares, entrenadores, compañeros de equipo), centrándose en el tipo de apoyo (emocional, informativo o tangible) y en el nivel (positivo, indiferente o negativo) percibido por los deportistas.

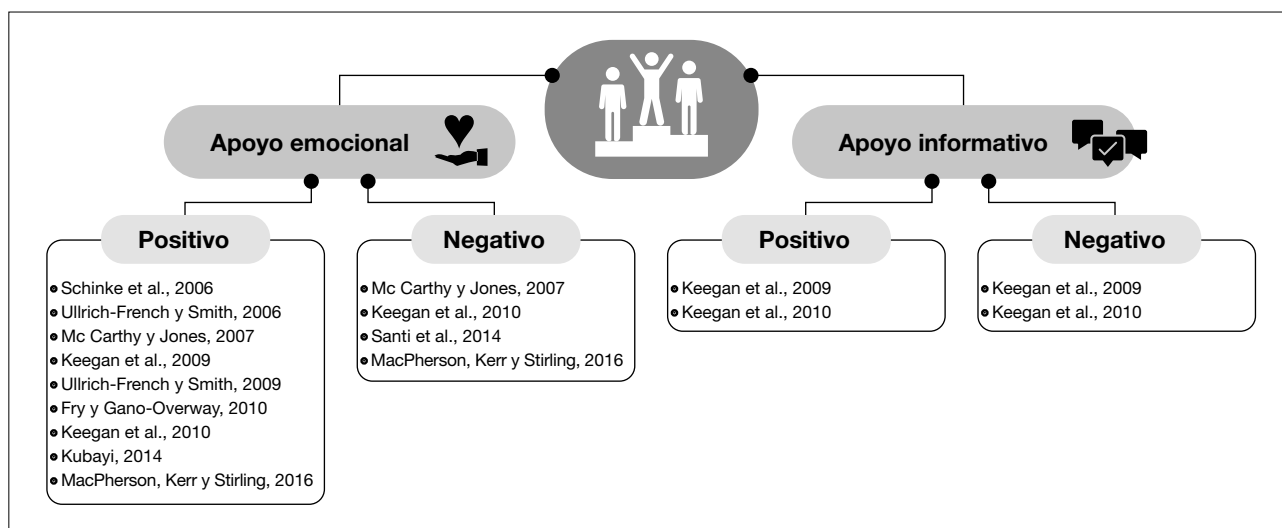
Apoyo familiar

La información incluida relativa a la influencia de la familia se obtuvo de 24 estudios (Figura 3). En nuestro análisis detectamos que, según la percepción de los deportistas investigada en los estudios seleccionados, el apoyo que brindaba la familia era fundamentalmente emocional.

Los estudios revelaron que el apoyo emocional (23) provisto por la familia se identificaba como un factor clave de motivación para los deportistas en su práctica deportiva y revelaron que, en general, la familia estaba presente (en entrenamientos y competiciones), prestaba apoyo y creía en los beneficios de la práctica deportiva. No obstante, en algunos de dichos estudios, algunos deportistas también evaluaron negativamente el apoyo emocional (16) de la familia. En tales casos, la implicación excesiva (crítica, expresiones espontáneas de decepción, un énfasis excesivo en la victoria y

**Figura 4**

Estudios que observaron el apoyo de los entrenadores en el deporte.

**Figura 5**

Estudios que observaron el apoyo de los compañeros de equipo en el deporte.

unas expectativas poco realistas), en lugar de una motivación, se convirtió en una fuente de presión y estrés, sobre todo en situaciones competitivas. Además, dos estudios revelaron que algunos deportistas se mostraban indiferentes al tipo de apoyo emocional proporcionado por la familia.

En los resultados de la investigación observamos que, mediante consejos, asesoramiento y la provisión de *feedback* y críticas constructivas, la familia aspira a transmitir información sobre patrones de nutrición, reposo, entrenamiento y rendimiento en el deporte. En general, los deportistas investigados interpretaban de manera positiva este apoyo. Por otro lado, los mismos comportamientos instructivos (7), cuando se apoyan en aspectos nocivos

(críticas negativas, presión excesiva), conducían a los deportistas a sentirse frustrados y desmotivaban su implicación en el deporte. Asimismo, un estudio recalca que los deportistas reciben con indiferencia el apoyo informativo de los miembros de la familia, el cual no influye en su práctica deportiva (Wolfenden y Holt, 2005).

Las percepciones positivas del apoyo tangible (11) demostraron que los deportistas reconocían la disponibilidad de la familia (adquisición de material para el deporte y apoyo logístico) tanto en los entrenamientos como en las competiciones. Por su parte, una inversión desproporcionada (2) llevaba a algunos deportistas a sentirse presionados e insatisfechos con el apoyo proporcionado por sus familias.

Apoyo de los entrenadores

La información acerca de la influencia de los entrenadores se extrajo de los 14 estudios destacados en la Figura 4. En la percepción de los deportistas investigados, observamos que los entrenadores les daban apoyo principalmente a través de su respaldo emocional e informativo.

Los resultados revelaron que el apoyo emocional positivo de los entrenadores (ambiente motivador, confianza y respeto) afectaba directamente a la implicación de los deportistas en el deporte (11). En cambio, las situaciones negativas (exigencias, presión, foco en los resultados y en el rendimiento deportivo) conducían a los deportistas a sentirse presionados por el entrenador e insatisfechos con el deporte (9). Se subrayó que las percepciones de apoyo informativo (*feedback*, orientación y consejos), sobre todo con fines de mejorar el rendimiento deportivo, generaban formas efectivas de motivación en los deportistas (5). Aun así, algunos deportistas señalaron que el *feedback* de los entrenadores era excesivamente crítico y, a resultas de ello, influía negativamente en la confianza y en el desarrollo deportivo (5). El apoyo tangible apenas tenía reflejo en las percepciones de los deportistas (1).

Apoyo de los compañeros de equipo

La información analizada con respecto a la influencia de los compañeros de equipo se extrajo de nueve estudios (Figura 5). Según la percepción de los deportistas, los compañeros de equipo proporcionaban principalmente apoyo emocional para la práctica deportiva.

Se ha demostrado que una relación positiva con los compañeros de equipo (amistad, aceptación y ánimo) contribuye a la calidad de las experiencias deportivas que perciben los deportistas (8). Ahora bien, las actitudes negativas (rechazo, falta de apoyo, ego) conducían a los deportistas a desarrollar competitividad y rivalidad con sus compañeros de deporte (4). Los deportistas subrayaron el apoyo informativo de los colegas (comentarios orales y *feedback* positivo) como un factor motivador en varias situaciones (2). No obstante, los aspectos desfavorables (críticas y *feedback* negativo) daban lugar a la competitividad entre deportistas y engendraban consecuencias adaptativas negativas relacionadas con los deportes (2).

Discusión

El objetivo de este estudio era analizar las publicaciones científicas sobre la influencia de los agentes sociales en el deporte con el fin de identificar los distintos tipos y niveles de apoyo social que brindan a los deportistas sus familiares, entrenadores y compañeros de equipo. En general, esta revisión reveló un aumento de publicaciones sobre el tema desde 2010, a partir de estudios realizados con deportistas de

ambos sexos en las tres etapas del desarrollo del deportista a largo plazo y centrándose en analizar el apoyo social proporcionado por las familias. La evidencia sugiere que los familiares proporcionan los tres tipos de apoyo (emocional, informativo y tangible), mientras que los entrenadores les dan apoyo emocional e informativo y sus compañeros de equipo, apoyo emocional.

El número creciente de publicaciones acerca de la influencia social en el deporte destaca la contemporaneidad del tema y la preocupación de los investigadores por entender los factores que interfieren en el desarrollo de los deportistas, desde el deporte de base hasta el de alto rendimiento. Esta evidencia indica que la investigación aspira a un entendimiento multidimensional del deporte, sobre todo acerca de las variables relacionadas con la edad y el género, el cual puede ayudar a los especialistas a proporcionar el apoyo adecuado a los deportistas en las distintas etapas de desarrollo y en la evolución, en ambos sexos (Sheridan et al., 2014).

Uno de los elementos más destacados revelados por este estudio fue el alcance de las investigaciones llevadas a cabo, con un foco específico en la influencia de la familia en el desarrollo de los deportistas, que viene a llenar un vacío detectado previamente en la literatura (Fredricks y Eccles, 2004). Los deportistas observados en los distintos estudios analizados encontraban en la familia su principal apoyo, al margen de su género y de la etapa deportiva en la que se hallaban. Esto significa que, durante toda la trayectoria del deportista, desde la iniciación hasta el deporte de élite, indistintamente del tipo y nivel de apoyo, los familiares tienen una influencia importante en la carrera de los deportistas, lo cual deja clara la importancia de estudiar este agente, tal como ya se ha destacado en la literatura (Côté, 1999; Fraser-Thomas et al., 2005).

En esta revisión hemos partido de la hipótesis de que la familia proporcionaba el mayor apoyo emocional y tangible a los deportistas. Esta hipótesis quedó parcialmente sustentada, dado que los deportistas percibían los tres tipos de apoyo. Las evidencias detectadas en las investigaciones seleccionadas sugieren que los familiares pueden modelar las experiencias de los deportistas, que serán favorables si demuestran control de las emociones, respeto, ética y coparticipación con los objetivos del deportista. Para ello, la familia debe entender que, por sí solo, el deportista no podrá continuar implicado en el deporte y que demostrar empatía con los retos que afronte en este contexto aumentará las posibilidades de éxito en su carrera deportiva (Knight et al., 2018).

Por otra parte, aunque perciben niveles positivos de apoyo, un elevado número de estudios demuestra percepciones negativas por parte de los deportistas en relación con la familia. En un intento por maximizar los beneficios, sobre todo en los más pequeños, los familiares suelen ejercer un elevado nivel de apoyo emocional, informativo y tangible a expensas de las experiencias deportivas de los deportistas.

Los resultados demostraron que los comportamientos familiares negativos, como la presión, las exigencias y un énfasis excesivo en la victoria y el rendimiento, crean expectativas poco realistas e insatisfacción con la práctica deportiva. Otro elemento potencialmente significativo fue la asignación de recursos financieros por parte de la familia para la participación del deportista en el deporte. Parece que los familiares que hacen grandes inversiones en la carrera deportiva de los jóvenes deportistas aspiran a un cierto retorno de dicha inversión.

Ahora bien, este tipo de situación puede conducir al deportista a sentirse excesivamente presionado, obtener menos placer y, en consecuencia, demostrar un menor compromiso con el deporte (Dunn et al., 2016; Latorre-Román et al., 2020). Así pues, incluso si el apoyo es positivo, puede contemplarse como negativo, en función de cómo lo perciba y experimente el deportista.

La información obtenida de esta revisión destacaba a los entrenadores como una fuente complementaria de apoyo. La segunda hipótesis propuesta no se verificó porque, incluso pese a proporcionar apoyo informativo, el apoyo que más percibieron los deportistas de su relación con sus entrenadores fue emocional. Los resultados de los estudios demostraron que el apoyo emocional e informativo del entrenador, principalmente a través de la motivación, el *feedback* y los consejos, puede establecer relaciones duraderas que posiblemente conducirán a los deportistas a prolongar su implicación con el deporte (Pérez-González et al., 2019).

Por otra parte, el entrenador también puede ser una fuente de apoyo negativo cuando ejerce una presión exagerada y hace críticas desfavorables del rendimiento del deportista, cosa que puede conllevar la falta de equilibrio y de establecimiento de unos vínculos afectivos que les permiten mantener una relación mutua de respeto y confianza. Es necesario que los entrenadores entiendan a sus deportistas tanto dentro como fuera del contexto deportivo y que demuestren un interés real en sus vidas. Esta actitud puede ayudarlos a enfocar mejor las necesidades de los deportistas y a desarrollar habilidades y objetivos realistas que les permitan una carrera deportiva de éxito (Nascimento Junior et al., 2020; Rottensteiner et al., 2013).

Rara vez, en los estudios analizados, los deportistas manifestaron percibir un apoyo tangible por parte de los entrenadores. Este tipo de apoyo incluye el reconocimiento de que el entrenador proporciona al atleta beneficios o servicios (rehabilitación, tratamiento de lesiones, programas de entrenamiento y ejercicio, equipamiento deportivo o ayuda financiera) destinados a ayudar al deportista a practicar el deporte (Holt y Dunn, 2004; Rees y Hardy, 2000). Quizá, sobre todo en el caso de los deportistas más jóvenes, no se percibe que este tipo de apoyo proceda directamente del entrenador y tales responsabilidades pueden atribuirse a los familiares o incluso al club o centro deportivo, lo cual

podría haber reducido el reconocimiento de estos hechos en el análisis del apoyo provisto por los entrenadores.

Ha quedado demostrado que la relación con los compañeros de equipo contribuye a la calidad de las experiencias de los deportistas, principalmente a través del apoyo emocional, lo cual corrobora la tercera hipótesis de este estudio. Si bien la literatura deportiva se ha centrado principalmente en cómo los agentes sociales adultos, como los familiares y entrenadores, pueden dar forma al desarrollo de los deportistas (Marsh et al., 2015), parece existir un creciente reconocimiento de que las interacciones con los compañeros de equipo también son importantes para generar resultados positivos en el deporte (Macpherson et al., 2016).

Los resultados de los estudios sugieren que la calidad de la amistad y la aceptación de los iguales guardan una estrecha relación con la motivación, el compañerismo y, en consecuencia, con un mayor compromiso del deportista con el deporte (Ullrich-French y Smith, 2006).

A medida que la práctica deportiva progresa, el papel de los compañeros de equipo se redefine y se torna cada vez más importante, sobre todo en las fases de especialización e inversión deportiva, ya que es en estas, quizá las más complejas para los deportistas, cuando suele experimentarse la transición hacia la adolescencia y un cambio habitual de los papeles desempeñados por adultos importantes (Côté et al., 2016).

Ahora bien, los conflictos con los compañeros de equipo pueden llevar a los deportistas a abandonar por completo el deporte (Scott et al., 2019). La evidencia obtenida, pese a ser predominantemente positiva, es coherente con la de Sheridan et al. (2014), en el sentido de que indica que un apoyo emocional e informativo negativo por parte de los compañeros de equipo que implique un ambiente de colisión de egos, una alta competitividad y comentarios despectivos suele estar estrechamente relacionado con el abandono del deporte. De ello se infiere que la continuidad en el deporte también dependerá de la calidad de la relación con los compañeros de equipo, que será fundamental para tomar esta decisión.

La comparación de la evidencia de esta revisión y la literatura existente permiten determinar que la experiencia deportiva del deportista está directamente influida por el tipo y el nivel de apoyo que recibe de los agentes sociales, que se proporciona con distintos valores y creencias (Defreese y Smith, 2014). En esta investigación, los resultados de los estudios analizados revelaron que el apoyo de los agentes sociales se percibe predominantemente como positivo, de acuerdo con la cuarta hipótesis de este estudio. Así, incluso proporcionando un apoyo negativo, este se percibe con menos frecuencia que el apoyo positivo, lo cual demuestra que los familiares, los entrenadores y los compañeros de equipo satisficieron su papel de compartir las necesidades de los deportistas y proporcionarles apoyo emocional, informativo y tangible para ayudarlos en sus actividades deportivas.

Desde esta perspectiva, para ayudar a los deportistas a desarrollarse y protegerlos de manera efectiva de situaciones indeseables, se antoja crucial examinar más en detalle cómo influyen los agentes sociales en el desarrollo deportivo de los deportistas. Esto no solo exige analizar la información de investigación disponible, sino también generar nuevos estudios destinados a entender mejor los mecanismos psicológicos en el marco de los contextos específicos de la cultura deportiva que proporcionen un mejor entendimiento de cómo pueden influir determinados tipos y niveles de apoyo en la continuación o interrupción de una carrera deportiva.

Conclusiones

Los resultados de esta revisión sistemática proporcionaron una clara indicación de la amplitud y la complejidad de los distintos tipos y niveles de apoyo que los agentes sociales ofrecen a los deportistas. Se identificó que las familias son las únicas proveedoras de los tres tipos de apoyo y que proporcionan a los deportistas apoyo emocional, informativo y tangible en los tres niveles (positivo, indiferente y negativo). Los entrenadores fueron quienes dieron mayor apoyo emocional e informativo, mientras que los compañeros de equipo demostraron brindar un mayor apoyo emocional, tanto en términos positivos como negativos, según la percepción de los deportistas. En general, parece que identificar las funciones y responsabilidades específicas que puede proporcionar cada agente social, así como conocer las demandas y los objetivos de los deportistas, resultaría de ayuda para encaminar una carrera deportiva de éxito.

De esta revisión surgieron varias propuestas prácticas para familiares, entrenadores y otros agentes sociales presentes en el contexto del deporte que trabajan con deportistas. Se ha demostrado que las familias, los entrenadores y los compañeros de equipo tienen una influencia positiva en diversos factores que afectan a la evolución de los deportistas en el deporte. Las familias fueron las únicas que proporcionaron los tres tipos de apoyo, lo cual indica su importante y ubicua función, tanto en términos positivos como negativos. Este hallazgo puede ayudar a los familiares a revisar sus actitudes y el tipo de apoyo que proporcionan a los atletas para garantizar unas relaciones de apoyo favorables y positivas. Esta información puede contribuir a entender los tipos de apoyo específicos que pueden proteger a los deportistas de tipos concretos de efectos estresantes derivados de la implicación en el deporte a lo largo del tiempo. Así pues, con el fin de ayudar a los deportistas a seguir practicando un deporte, los agentes sociales más próximos deben ser conscientes del tipo y nivel de apoyo que les proporcionan en distintos momentos de su trayectoria deportiva.

Limitaciones y direcciones futuras

Este estudio hace aportaciones importantes sobre cómo perciben los deportistas la influencia de los agentes sociales en el deporte, para lo cual se han analizado los tipos y niveles de apoyo que les proporcionan sus familiares, entrenadores y compañeros de equipo. No obstante, el estudio presenta diversas limitaciones metodológicas, como son: la inclusión de estudios publicados exclusivamente en inglés (que podría haber influido en las características de la muestra y conducir a la omisión de estudios culturalmente relevantes); la eliminación de los estudios que no cumplían alguno de los criterios de elegibilidad adoptados (estudios fuera del margen de fechas 2001-2018) y que no observaban la percepción de los deportistas como uno de los focos de la investigación, sino que se centraban en la percepción de los padres, los entrenadores y los compañeros de equipo sobre su influencia en la práctica de los deportistas, y la no observación de otros agentes sociales (profesores, amigos de fuera del ámbito del deporte, empresarios, miembros deportivos), quienes también podrían haber restringido los resultados de esta revisión. Además, los tamaños de las muestras y los niveles de competición de los participantes investigados no se tuvieron en cuenta ni se realizaron comparaciones entre deportistas en base a edad, sexo, deporte y país de origen, evidencias que podrían explicar algunos de los resultados hallados en base a las características de las muestras. En el futuro, las investigaciones podrían adoptar un sesgo más transversal con el fin de entender cómo la red de apoyo social de los deportistas puede influir en ellos antes, durante y después de la temporada deportiva, lo cual permitiría a los investigadores examinar las influencias de las relaciones de los agentes sociales con el paso del tiempo. Incluir poblaciones de deportistas de distintas culturas podría ayudar a comprobar la generalización y validez de los conocimientos existentes. Asimismo, incorporar conocimientos de múltiples relaciones sociales y explorar posibles efectos moderadores en el seno de un proyecto de investigación puede arrojar información significativa y hacer contribuciones valiosas a la literatura existente

Financiación

Este estudio ha estado en parte financiado por la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de finanzas 001.

Declaración de divulgación

Los autores no han informado de posibles conflictos de interés.

Referencias

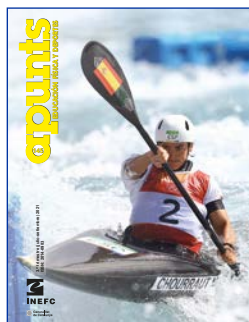
- Amado, D., Sánchez-Oliva, D., González-Ponce, I., Pulido-González, J. J. & Sánchez-Miguel, P. A. (2015). Incidence of Parental Support and Pressure on Their Children's Motivational Processes towards Sport Practice Regarding Gender. *PlosOne*, 10, 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128015>
- Anguera, M. T. & Hernández-Mendo, A. (2014). Metodología observacional y psicología del deporte: Estado de la cuestión. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 103-109.
- Atkins, M. R., Johnson, D. M., Force, E. C. & Petrie, T. A. (2013). "Do I Still Want to Play?" Parents' and Peers' Influences on Girls' Continuation in Sport. *Journal of Sport Behavior*, 36(4), 329-345.
- Bhalla, J. A. & Weiss, M. R. (2010). A Cross-Cultural Perspective of Parental Influence on Female Adolescents' Achievement Beliefs and Behaviors in Sport and School Domains. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 81(4), 494-505. <https://doi.org/10.1080/02701367.2010.10599711>
- Bremer, L. K. (2012). Parental Involvement, Pressure, and Support in Youth Sport: A Narrative Literature Review. *Journal of Family Theory & Review*, 4(1), 235-248. <https://doi.org/10.1111/j.1756-2589.2012.00129.x>
- Camerino, O., Valero-Valenzuela, A., Prat, Q., Manzano Sánchez, D. & Castañer, M. (2019). Optimizing Education: A Mixed Methods Approach Oriented to Teaching Personal and Social Responsibility (TPSR). *Frontiers in Psychology*, 10, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01439>
- Côté, J. (1999). The influence of the family in the development of talent in sport. *The Sport Psychologist*, Champaign, 13, 395-417. <https://doi.org/10.1123/tsp.13.4.395>
- Côté, J., Baker, J. & Abernethy, B. (2003). From play to practice: a developmental framework for the acquisition of expertise in team sport. En: Starkes, J.; Ericsson, K. A. (Eds.), *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise* (pp. 89-113). Champaign: Human Kinetics.
- Côté, J., Turnidge, J. & Vierimaa, M. (2016). A personal Assets Approach to Youth Sport. En: Green, K.; Smith, A. *Routledge Handbook of Youth Sport* (pp. 243-255). London, New York: Routledge.
- Coutinho, P., Mesquita, I. & Fonseca, A. M. (2018). Influência parental na participação desportiva do atleta: uma revisão sistemática da literatura. *Revista de Psicología del Deporte*, 27(2), 47-58.
- Cutrona, C. E. & Russel, D. W. (1990). Type of social support and specific stress: Towards a theory of optimal matching. En B. R. Sarason, I. G. Sarason, & G. R. Pierce (Eds.), *Social support: An interactional view* (pp. 319-366). New York, NY: Wiley.
- Cranmer, G. A., & Sollitto, M. (2015). Sport Support: Received Social Support as a Predictor of Athlete Satisfaction. *Communication Research Reports*, 32, 253-264. <https://doi.org/10.1080/08824096.2015.1052900>
- Danioni, F., Barni, D., & Rosnati, R. (2017). Transmitting sport values: The importance of parental involvement in Children's Sport Activity. *Europe's Journal of Psychology*, 13(1), 75-92. <https://doi.org/10.5964/ejop.v13i1.1265>
- DeFreese, J. D. & Smith, A. L. (2014). Athlete social support, negative social interactions, and psychological health across a competitive sport season. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 36(6), 619-630. <https://doi.org/10.1123/jsep.2014-0040>
- Dionigi, R. A., Fraser-Thomas, J., & Logan, J. (2012). The nature of family influences on sport participation in Masters athletes. *Annals of Leisure Research*, 15(4), 366-388. <https://doi.org/10.1080/11745398.2012.744274>
- Dunn, R. C., Dorsch, T. E., King, M. Q. & Rothlisberger, K. J. (2016). The impact of family financial investment on perceived parent pressure and child enjoyment and commitment in organized youth sport. *Family Relations*, 65(1), 287-299. <https://doi.org/10.1111/fare.12193>
- Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gotsche, P. C. & Vandenbrouche, J. P. (2008). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Journal of Clinical Epidemiology*, 61(3), 344-349. <https://doi.org/10.1136/bmj.39335.541782.AD>
- Folle, A., Nascimento, J. V., Salles, W. N., Maciel, L. F. P. & Dallegrave, E. J. (2018). Family involvement in the process of women's basketball sports development. *Journal of Physical Education*, 29(e2914), 1-13. <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v29i1.2914>
- Fraser-Thomas, J. L., Côté, J., & Deakin, J. (2005). Youth sport programs: an avenue to foster positive youth development. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 10(1), 19-40. <https://doi.org/10.1080/1740898042000334890>
- Fraser-Thomas, J. & Côté, J. (2009). Understanding Adolescents' Positive and Negative Developmental Experiences in Sport. *The Sport Psychologist*, 23(1), 3-23. <https://doi.org/10.1123/tsp.23.1.3>
- Fraser-Thomas, J., Côté, J. & Deakin, J. (2008a). Understanding dropout and prolonged engagement in adolescent competitive sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 9(5), 645-662. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2007.08.003>
- Fredricks, J. A. & Eccles, J. S. (2004). Parental influences on youth involvement in sports. En M. R. Weiss (Ed.), *Developmental sport and exercise psychology: A lifespan perspective* (pp. 145-164). Morgantown, WV, US: Fitness Information Technology.
- Fry, M. D., & Lori A. G. (2010). Exploring the Contribution of the Caring Climate to the Youth Sport Experience. *Journal of Applied Sport Psychology*, 22(3), 294-304. <https://doi.org/10.1080/10413201003776352>
- Goldsmith, D. J. (2004). *Communicating social support*. Cambridge, England: Cambridge Press.
- Holt, N. L. & Dunn, J. G. H. (2004). Toward a grounded theory of the psychosocial competencies and environmental conditions associated with soccer success. *Journal of Applied Sport Psychology*, 16(3), 199-219. <https://doi.org/10.1080/10413200490437949>
- Holt, N. L. & Sehn, Z. L. (2008). Processes associated with positive youth development and participation in competitive youth sport. In: N. L. Holt (Ed.), *Positive youth development through sport: international studies in physical education and youth sport* (pp. 119-137). London: British Library.
- Jowett, S. (2008). Outgrowing the familial coach - athlete relationship. *International Journal of Sport Psychology*, 39(1), 20-40.
- Jowett, S. & Cockerill, I. M. (2003). Olympic medalists' perspective of the athlete-coach relationship. *Psychology of Sport and Exercise*, 4(6), 313-331. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2015v17n6p650>
- Jowett, S., & Cramer, D. (2010). The prediction of young athletes' physical self from perceptions of relationships with parents and coaches. *Psychology of Sport and Exercise*, 11(2), 140-147. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2009.10.001>
- Jowett, S., & Timson-Katchis, M. (2005). Social Networks in Sport: Parental Influence on the Coach-Athlete Relationship. *The Sport Psychologist*, 19(3), 267-287. <https://doi.org/10.1123/tsp.19.3.267>
- Kang, S. Jeon, H., & Kwon, S. (2015). Parental attachment as a mediator between parental social support and self-esteem as perceived by Korean sports middle and high school athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 120(1), 288-303. <https://doi.org/10.2466/10.PMS.120v11x6>
- Kassing, J. W., Billings, A. C., Brown, R. S., Halone, K. K., Harrison, K., Krizek, R. L., Meân, L. J. & Turman, P. D. (2004). Communication in the community of sport: The process of enacting, (re)producing, consuming, and organizing sport. En P. J. Kalbfleisch (Ed.), *Communication yearbook*, 28 (pp.373-409). New York, NY: Routledge.
- Keegan, R. J., Spay, C. M., Harwood, C. G. & Lavalley, D. E. (2010). The Motivational Atmosphere in Youth Sport: Coach, Parent, and Peer Influences on Motivation in Specializing Sport Participants. *Journal of Applied Sport Psychology*, 22(1), 87-105. <https://doi.org/10.1080/10413200903421267>
- Keegan, R. J., Harwood, C. G., Spray, C. M., & Lavalley, D. E. (2009). A qualitative investigation exploring the motivational climate in early career sports participants: Coach, parent and peer influences on sport motivation. *Psychology of Sport and Exercise*, 10(3), 361-372. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2008.12.003>
- Knight, C. J., Harwood, C. G. & Sellars, P. (2018). Supporting adolescent athletes' dual careers: The role of an athlete's social support network. *Psychology of Sport & Exercise*, 38, 137-147. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.06.007>
- Kubayi, N. A., Jooste, J., Toriola, A. L. & Paul, Y. (2014). Familial and peer influences on sport participation among adolescents in rural South African secondary schools. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(20), 1305-1308. <https://doi.org/10.5901/mjss.2014.v5n20p1305>
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(4), 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>

- Latorre-Román, P. Á., Bueno-Cruz, M. T., Martínez-Redondo, M. & Salas-Sánchez, J. (2020). Prosocial and Antisocial Behaviour in School Sports. *Apunts Educación Física y Deportes*, 139, 10-18. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/1\).139.02](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/1).139.02)
- Lauer, L. G., Gould, D., Roman, N., & Pierce, M. (2010). Parental behaviors that affect junior tennis player development. *Psychology of Sport and Exercise*, 11(6), 487-496. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2010.06.008>
- McCarthy, P. J. & Jones, M. V. (2007). A qualitative study of sport enjoyment in the sampling years. *Sport Psychologist*, 21(4), 400 - 416. <https://doi.org/10.1123/tsp.21.4.400>
- MacPherson, E., Kerr, G. & Stirling, A. (2016). The influence of peer groups in organized sport on female adolescents' identity development. *Psychology of Sport and Exercise*, 23, 73-81. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2015.10.002>
- Maniam, V. (2017). Secondary school students' participation in sports and their parents' level of support: A qualitative study. *Physical Culture and Sport, Studies and Research*, 76(1), 14-22. <https://doi.org/10.1515/pssr-2017-0025>
- Marsh, A., Zavilla, S., Acuna, K. & Poczwadowski, A. (2015). Perception of purpose and parental involvement in competitive youth sport. *Health Psychology Report*, 3(3), 13-23. <https://doi.org/10.5114/hpr.2015.48897>
- Meline, T. (2006). Selecting Studies for Systematic Review: Inclusion and Exclusion Criteria. *Contemporary issues in communication science and disorders*, 33(1), 21-27. https://doi.org/10.1044/cicsd.33.S_21
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. & Altman, D. G. (2015). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 24(1), 1-8. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P. & Stewart, L. A. (2009). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Mora, A., Sousa, C. & Cruz, J. (2014). The Motivational Climate, Self-Esteem and Anxiety in Young Players in a Basketball Club. *Apunts Educación Física y Deportes*, 117, 43-50. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2014/3\).117.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2014/3).117.04)
- Nascimento Junior, J.R., Silva, E.C., Freire, G.L.M., Granja, C.T.L., Silva, A.A. & Oliveira, D.V. (2020). Athlete's motivation and the quality of his relationship with the coach. *Apunts Educación Física y Deportes*, 142, 21-28. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/4\).142.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/4).142.03)
- Nunomura, M. & Oliveira, M. S. (2013). Parents' support in the sports career of young gymnasts. *Science of Gymnastics Journal*, 5(1), 5-18.
- Olmos, M., Antelo, M., Vazquez, H., Smecuol, E., Mauriño, E. & Bai, J. C. (2008). Systematic review and meta-analysis of observational studies on the prevalence of fractures in coeliac disease. *Digestive and Liver Disease*, 40(1), 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.dld.2007.09.006>
- Prat, Q., Camerino, O., Castañer, M., Andueza, J. & Puigarnau, S. (2019). The Personal and Social Responsibility Model to Enhance Innovation in Physical Education. *Apunts Educación Física y Deportes*, 136, 83-99. [https://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2019/2\).136.06](https://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/2).136.06)
- Pérez-González, A. M., Valero-Valenzuela, A., Moreno-Murcia, J. A. & Sánchez-Alcaraz, B. J. (2019). Systematic Review of Autonomy Support in Physical Education. *Apunts Educación Física y Deportes*, 138(4), 51-61. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2019/4\).138.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/4).138.04)
- Puigarnau, S., Camerino, O., Castañer, M., Prat, Q. & Anguera, M.T. (2016). El apoyo a la autonomía en practicantes de centros deportivos y de fitness para aumentar su motivación. *RICYDE-Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 43(12), 48-64. <https://doi.org/10.5232/ricyde2016.04303>
- Rees, T. & Hardy, L. (2000). An investigation of the social support experiences of high-level sport performers. *The Sport Psychologist*, 14(4), 327-347. <https://doi.org/10.1123/tsp.14.4.327>
- Riera, J., Caracuel, J. C., Palmi, J. & Daza, G. (2017). Psychology and Sport: The athlete's self-skills. *Apunts Educación Física y Deportes*, 127, 82-93. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2017/1\).127.09](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2017/1).127.09)
- Rottensteiner, C., Laakso, L., Pihlaja, T. & Kontinen, N. (2013). Personal reasons for withdrawal from team sports and the influence of significant others among youth athletes. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 8(1), 19-32. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.8.1.19>
- Santi, G. B., Bruton, U., Peitranoni, G., & Mellalieu, S. (2014). Sport commitment and participation in masters swimmers: The influence of coach and teammates. *European Journal of Sport Science*, 14(8), 852-860. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.915990>
- Sanz-Martín, D. (2020). Relationship between Physical Activity in Children and Perceived Support: A Case Studies. *Apunts Educación Física y Deportes*, 139, 19-26. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/1\).139.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/1).139.03)
- Scott, C. L., Haycraft, E. & Plateau, C. R. (2019). Teammate influences on the eating attitudes and behaviours of athletes: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise*, 43, 183-194. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.02.006>
- Siekańska, M. (2012). Athletes' Perception of Parental Support and Its Influence in Sports Accomplishments - A Retrospective Study. *Human Movement*, 13(1), 380-387. <https://doi.org/10.2478/v10038-012-0046-x>
- Schinke, R. J., Eyes, M., Danielson, R., Michel, G., Peltier, D., Pheasant, C., Enosse, L., & Peltier, M. (2006). Cultural social support for Canadian aboriginal elite athletes during their sport development. *International Journal of Sport Psychology*, 37(2), 330-348. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2007.9671815>
- Sheridan, D., Coffee, P. & Lavalley, D. (2014). A systematic review of social support in youth sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 7(1), 198-228. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2014.931999>
- Ullrich-French, S. & Smith, A. L. (2006). Perceptions of relationships with parents and peers in youth sport: Independent and combined prediction of motivational outcomes. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(2), 193-214. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2005.08.006>
- Valero-Valenzuela, A., Camerino, O., Manzano-Sánchez, D., Prat, Q. & Castañer, M. (2020). Enhancing Learner Motivation and Classroom Social Climate: A Mixed Methods Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 5272. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155272>
- Wolfenden, L. E. & Holt, N. L. (2005). Talent development in elite junior tennis: Perceptions of players, parents, and coaches. *Journal of Applied Sport Psychology*, 17(2), 108-126. <https://doi.org/10.1080/10413200590932416>
- Wuerth, S., Lee, M. J., & Alfermann, D. (2004). Parental involvement and athletes' career in youth sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 5(1), 21-33. [https://doi.org/10.1016/S1469-0292\(02\)00047-X](https://doi.org/10.1016/S1469-0292(02)00047-X)
- Wylleman, P. & Lavalley, D. (2004). A developmental perspective on transitions faced by athletes. En M. Weiss (Ed.). *Developmental sport and exercise psychology: A lifespan perspective* (pp. 507-527). Morgantown, WV: FIT.

Conflicto de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la url <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES



Demandas de carga externa y diferencias posicionales en fútbol sala de élite mediante tecnología UWB

Jordi Illa^{1*} , Òscar Alonso¹ , Fabio Serpiello² , Ryan Hodder²
& Xavier Reche¹

¹ Área de Rendimiento Deportivo, Fútbol Club Barcelona, Barcelona (España).

² Institute for Health and Sport (IHES), Universidad de Victoria, Melbourne (Australia).



Editado por:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondencia:

Jordi Illa Solé
jordi.illa@fcbbarcelona.cat

Sección:

Preparación física

Idioma del original:

Castellano

Recibido:

14 de julio de 2020

Aceptado:

25 de enero de 2021

Publicado:

1 de julio de 2021

Portada:

Maialen Chourraut (ESP)
compitiendo en los
Juegos Olímpicos de
Río de Janeiro (2016),
estadio Whitewater.
Semifinal de kayak
femenino (K1).
REUTERS / Ivan Alvarado

Citación

Illá, J., Alonso, O., Serpiello, F., Hodder, R. & Reche, X. (2021). External Load Demands and Positional Differences in Elite Futsal Using UWB Technology. *Apunts Educación Física y Deportes*, 145, 53-59. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/3\).145.07](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/3).145.07)

Resumen

Las exigencias condicionales a las que están sometidos los deportistas profesionales en competición han sido objeto de estudio durante las últimas décadas. El presente estudio tiene como primer objetivo describir las demandas de carga externa a las que están sometidos los jugadores de élite de fútbol sala para posteriormente comprobar si existen diferencias entre las posiciones específicas de juego. 14 jugadores profesionales de primera división de la Liga Nacional de Fútbol Sala española fueron categorizados en tres grupos de acuerdo con su posición específica en el campo: cierre (C), ala (A) y pívot (P). Los porteros no fueron incluidos en el estudio. Durante la temporada 2017-2018, se registraron un total de 15 partidos oficiales de la liga mediante la tecnología de banda ultraancha (*ultra wideband*, UWB), con los dispositivos WIMU PRO. Las variables analizadas fueron las siguientes: distancia total recorrida (DT); distancia total recorrida por encima de 18 km·h⁻¹ (DTAI: > 18 km·h⁻¹); carga del jugador (CJ); número de aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad (> / < 2 m·s⁻²). C, A y P no presentaron diferencias substanciales en DT y CJ, pero sí en DTAI, donde A y C recorren más metros a alta intensidad (A = 274 ± 118 m; C = 249 ± 85 m) que los P (P = 195 ± 60 m), en número de aceleraciones de alta intensidad (A = 134 ± 46; C = 139 ± 40; P = 118 ± 21) y número de desaceleraciones de alta intensidad (A = 128 ± 46; C = 131 ± 36; P = 116 ± 23). Los resultados obtenidos en este estudio podrían servir de apoyo a entrenadores, técnicos y preparadores físicos para planificar, diseñar y ajustar las cargas de entrenamiento de sus jugadores.

Palabras clave: carga externa, competición, deporte de equipo, EPTS, fútbol sala, monitorización.

Introducción

El fútbol sala es un deporte de equipo jugado en una pista de 40 x 20 metros donde se enfrentan dos equipos con cinco jugadores (cuatro jugadores de pista y un portero por equipo), pudiendo realizar un número ilimitado de sustituciones sin necesidad de detener el tiempo, favoreciendo así que la intensidad sea muy alta durante todo el partido (Medina et al., 2001). En los partidos, que constan de 2 partes de 20 minutos, predominan los esfuerzos intermitentes (Barbero, 2003), caracterizados por la repetición de esfuerzos de corta duración, alta intensidad y elevado ritmo de juego (Medina et al., 2001), con un elevado número de cambios de dirección y de sentido. Por consiguiente, es indispensable que los integrantes de los cuerpos técnicos ajusten la planificación del entrenamiento a las exigencias condicionales de la competición, diseñando para ello sesiones con el objetivo de provocar las adaptaciones positivas y necesarias del jugador y del equipo situándolos en contextos lo más similares posible a los que se producirán después en la competición (Casamichana et al., 2018).

La irrupción de los dispositivos GPS en el mundo de la competición y el entrenamiento deportivo nos ha permitido la monitorización de los movimientos realizados por los deportistas tanto en entrenamientos como en la competición (Castellano y Casamichana, 2014). Son numerosos los artículos publicados que analizan las características y diferencias posicionales en las demandas competitivas de diferentes deportes de equipo de campo (Dalen et al., 2016; Martín-García et al., 2018; Wehbe et al., 2014) y deportes de sala como el baloncesto (Fox et al., 2018; García et al., 2020; Puente et al., 2017; Svilar et al., 2018; Vázquez-Guerrero et al., 2018) y el balonmano (Karcher y Buchheit, 2014). No obstante, en el caso del fútbol sala son escasos, y los publicados (Barbero, 2003; Barbero et al., 2014; Dogramaci et al., 2011; Hernández, 2001; Medina et al., 2001; Naser et al., 2017), en la mayoría de los casos, hacen referencia a indicadores concretos, sin atender a la globalidad y complejidad de las demandas competitivas, centrando su atención en la descripción de variables locomotoras mediante el análisis de vídeo (Barbero-Álvarez et al., 2008; Dogramaci et al., 2011; Hernández, 2001; Naser et al., 2017). Por consiguiente, los principales objetivos del presente estudio fueron: (I) describir las demandas condicionales a las que están expuestos los jugadores de élite de fútbol sala en partidos oficiales y (II), comparar las diferencias de carga externa en función de la posición específica de juego.

Metodología

Participantes

Se registró la carga externa de 14 jugadores ($N=14$) profesionales (27.5 ± 3 años; 174.9 ± 6.8 cm; 72.2 ± 5.3 kg) de un mismo equipo de primera división de la Liga Nacional de Fútbol Sala española, los cuales fueron categorizados en tres grupos de acuerdo con su posición específica en el campo; cierre ($C=5$), ala ($A=7$) y pívot ($P=2$), sin inclusión de los porteros en el estudio. En el momento del estudio, los jugadores realizaban entre cuatro y seis sesiones de entrenamiento y jugaban entre uno y tres partidos semanales. Los datos analizados se obtuvieron a través de la monitorización diaria de los jugadores, en la que todas sus actividades fueron monitorizadas de forma regular durante el transcurso de toda la temporada. Los procedimientos utilizados en este estudio estaban de acuerdo con la Declaración de Helsinki y fueron aprobados por el Comité Ético de Investigaciones Científicas (CEIC) del Consejo Catalán del Deporte de la Generalidad de Cataluña con el número 17/CEICGC/2020. Los participantes en el estudio fueron debidamente informados y ofrecieron su consentimiento firmado para el uso anónimo de sus datos antes de participar.

Diseño y procedimiento

Los jugadores fueron monitorizados durante 15 partidos oficiales correspondientes a la fase regular de la 1ª división de la Liga Nacional de Fútbol Sala de la temporada 2017-2018 (11 victorias, 3 empates y 1 derrota, finalizando la liga regular en 2ª posición), todos ellos jugados en la misma pista (partidos jugados como equipo local) y en condiciones ambientales similares. Durante la fase regular de la Liga Nacional de Fútbol Sala, cada uno de los 16 equipos participantes disputó un total de 30 partidos mediante un sistema de liga regular con partidos de ida y vuelta, clasificándose los 8 primeros equipos para el Play-off por el título de liga.

La duración total de los partidos analizados fue de 80.0 ± 6.0 minutos (media $\pm$ desviación estándar), y la participación de los jugadores fue de 33.0 ± 9.6 minutos, siendo los P los jugadores con mayor participación, con un promedio de 36.2 ± 7.3 minutos, los C 32.8 ± 12.4 minutos y los A 32.2 ± 9.8 minutos.

La carga externa de los jugadores se monitorizó utilizando los dispositivos inerciales WIMU PRO™ (Realtrack Systems S.L., Almería) a través de la tecnología UWB.

Estos dispositivos cuentan con diferentes sensores (acelerómetros, giroscopio, magnetómetro, GPS, entre otros). La frecuencia de registro de los datos obtenidos del acelerómetro, el giroscopio y el magnetómetro fue de 100 Hz, mientras que los datos de UWB fueron registrados a una frecuencia de 18 Hz.

Entre 8 y 12 minutos antes del inicio del partido y tras un calentamiento protocolizado de 24 minutos de duración, se colocaban los dispositivos en cada uno de los petos que llevaban los jugadores bajo la camiseta de juego, petos ajustados y diseñados especialmente para fijar los dispositivos en la parte alta de la espalda, justo sobre los omóplatos, sin causar ningún tipo de limitación de movilidad del tronco ni de los brazos. Los jugadores fueron monitorizados continuamente durante todos los partidos, aunque la carga externa fue cuantificada únicamente en los momentos en que el jugador estaba compitiendo en pista (p. ej., cuando un jugador era sustituido, durante los tiempos muertos o la media parte, los datos no fueron incluidos). Tras la finalización de cada partido, se extraían y sincronizaban los datos para su posterior análisis, usando el correspondiente *software* (SPRO™, Realtrack Systems SL, Almería, España).

Basados en estudios previos realizados en baloncesto (García et al., 2020; Puente et al., 2017; Vázquez-Guerrero et al., 2018), en los que se analizaban las demandas condicionales de la competición, las siguientes variables fueron analizadas y presentadas en términos absolutos y relativos por minuto: distancia total recorrida (DT), en m, y distancia total relativa (DT_{REL}), en $m \cdot min^{-1}$; distancia total recorrida por encima de $18 km \cdot h^{-1}$ ($DTAI > 18 km \cdot h^{-1}$), en m, y distancia total recorrida por encima de $18 km \cdot h^{-1}$ relativa ($DTAI_{REL}$), en $m \cdot min^{-1}$; carga del jugador (CJ), en unidades arbitrarias (ua), y carga del jugador relativa (CJ_{REL}), en $ua \cdot min^{-1}$; número de aceleraciones de alta intensidad ($> 2 m \cdot s^{-2}$) y número de aceleraciones de alta intensidad relativas en $n \cdot min^{-1}$; número de desaceleraciones de alta intensidad ($> 2 m \cdot s^{-2}$) y número de desaceleraciones de alta intensidad relativas, en $n \cdot min^{-1}$. La elección de estas variables se fundamenta además por representar el conjunto de parámetros utilizados en la monitorización y cuantificación de la carga externa diaria por los diferentes deportes y equipos que forman parte del Área de Rendimiento Deportivo del club al que pertenecen todos los jugadores participantes en el estudio.

Análisis de datos

Para analizar las diferencias de las medias de las variables entre posiciones de juego se realizó un modelo mixto lineal general (PROC MIXED), utilizando Statistical Analysis System (versión 9.4 de SAS Studio - SAS Institute Inc.,

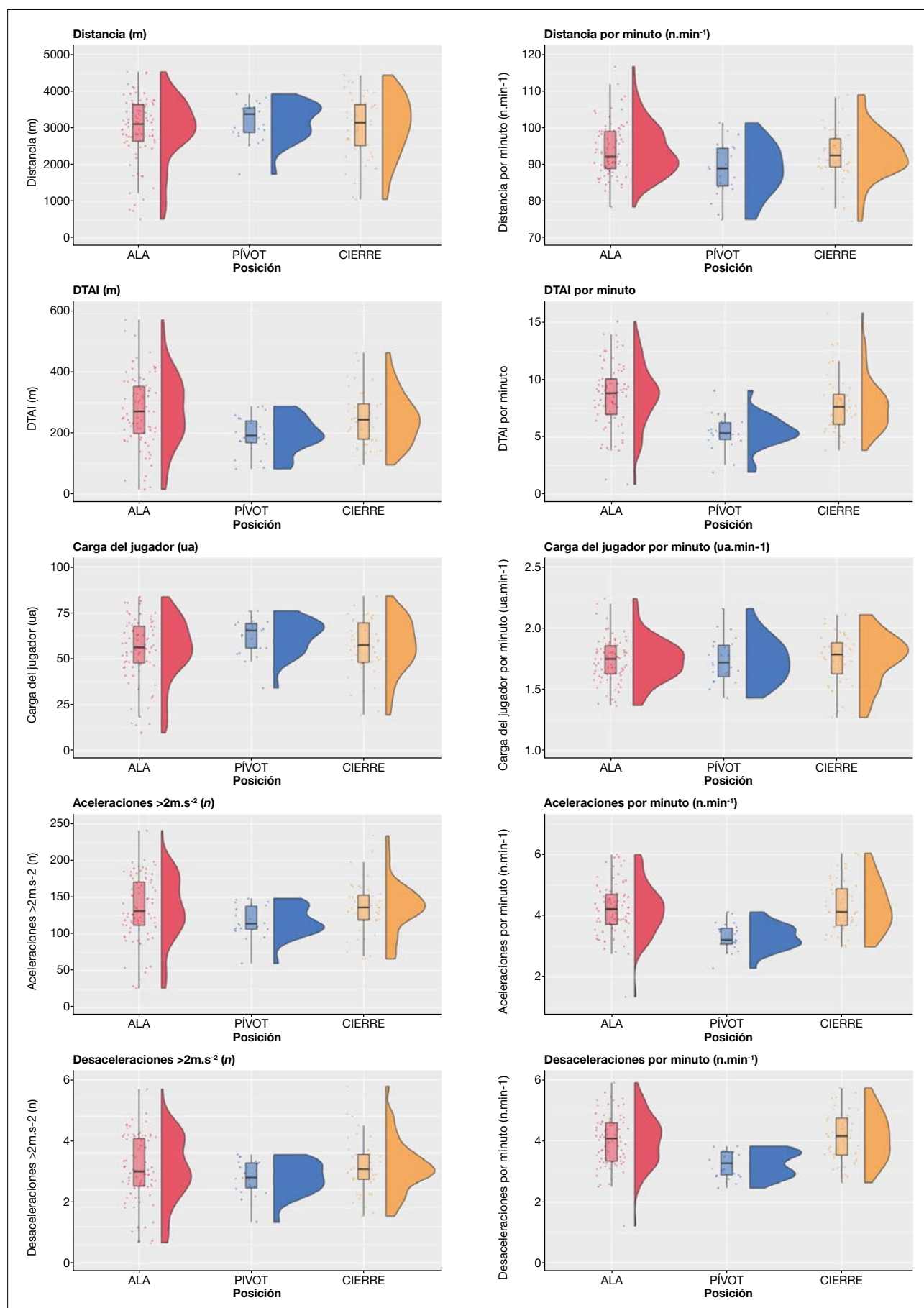
Cary, EEUU). Los efectos aleatorios fueron la identidad del jugador (para tener en cuenta las mediciones repetidas en los jugadores), la identidad del partido (para tener en cuenta las diferencias medias generales entre los partidos) y el residual (para tener en cuenta las diferencias entre los jugadores dentro de los partidos). Se estimaron varianzas separadas para cada posición de juego, el efecto aleatorio del jugador y el residual, y estas varianzas se combinaron para dar desviaciones estándar (DE) observadas entre jugadores en cada posición. Las tres DE fueron entonces promedio (a través de ponderaciones de grados de libertad de las varianzas) para dar un resultado general de la DE del jugador en un partido típico, y esta DE se usó para estandarizar las diferencias entre los medios de las posiciones de juego. Las posiciones de juego se usaron como efectos fijos (tres niveles). Se utilizó una regresión de Poisson para el análisis de variables expresadas como recuentos. Los umbrales de magnitud para los efectos fijos fueron < 0.2 , 0.2 , 0.6 , 1.2 , 2.0 y 4.0 para trivial, pequeño, moderado, grande, muy grande y extremadamente grande, respectivamente (Hopkins et al., 2009).

La incertidumbre en las estimaciones de los efectos se presenta como límites de compatibilidad del 90 %. Las decisiones basadas sobre las magnitudes de los efectos se basaron en pruebas de hipótesis unilaterales de magnitudes substanciales (Lakens et al., 2018). El valor p para rechazar una hipótesis de una magnitud dada fue el área de la distribución t de muestreo del estadístico del efecto con valores de esa magnitud. Las hipótesis de disminución y aumento sustanciales se rechazaron si sus respectivos valores de p eran inferiores a .05. Si se rechazó una hipótesis, el valor p para la otra hipótesis se interpretó como evidencia de esa hipótesis, ya que el valor p corresponde a la probabilidad posterior de la magnitud del efecto verdadero en un análisis bayesiano de referencia con un previo mínimamente informativo (Hopkins y Batterham, 2019). El valor p se informa cualitativamente utilizando la siguiente escala: .25–.75, posiblemente; .75–.95, probable; .95–.995, muy probable; $> .995$, más probable (Hopkins et al., 2009). Si ninguna de las hipótesis fue rechazada, la magnitud del efecto se consideró poco clara y se muestra sin un calificador probabilístico.

Resultados

En la Tabla 1, se presentan los valores medios $\pm$ desviación estándar de cada una de las variables analizadas por cada posición específica del juego incluyendo la magnitud del efecto $\pm$ intervalos de confianza y la decisión para las diferencias posicionales.

La distribución de los datos se muestra en la Figura 1.

**Figura 1**

Diagramas de caja y de violín y distribución de datos por variable en valores absolutos y relativos.

Tabla 1

Valores medios y desviaciones estándar (DE) de las diferentes variables analizadas por posición y diferencias entre posiciones.

	Promedio de temporada (Media $\pm$ DE)			Diferencias posicionales (Magnitud del efecto $\pm$ intervalos de confianza; decisión)		
	Ala	Pivot	Cierre	Ala-Pivot	Ala-Cierre	Pivot-Cierre
DT (m)	2961 $\pm$ 893	3184 $\pm$ 522	3034 $\pm$ 852	-0.32 $\pm$ 0.78; poco clara	-0.03 $\pm$ 0.82; poco clara	0.29 $\pm$ 0.89; poco clara
DT _{REL} (m.min ⁻¹)	93 $\pm$ 10	89 $\pm$ 7	93 $\pm$ 7	0.42 $\pm$ 2.24; poco clara	0.03 $\pm$ 0.40; poco clara	-0.38 $\pm$ 1.93; poco clara
DTAI (m)	274 $\pm$ 118	195 $\pm$ 60	249 $\pm$ 85	0.71 $\pm$ 0.70; moderada**	0.16 $\pm$ 0.70; poco clara	-0.55 $\pm$ 0.31; pequeña***
DTAI _{REL} (m.min ⁻¹)	8.6 $\pm$ 2.8	5.4 $\pm$ 1.5	7.9 $\pm$ 2.4	1.12 $\pm$ 0.74; moderada***	0.16 $\pm$ 0.77; poco clara	-0.95 $\pm$ 0.83; moderada**
CJ (ua)	55 $\pm$ 17	62 $\pm$ 10	57 $\pm$ 15	-0.57 $\pm$ 0.70; pequeña**	-0.11 $\pm$ 0.78; poco clara	0.46 $\pm$ 0.70; poco clara
CJ _{REL} (ua.min ⁻¹)	1.7 $\pm$ 0.2	1.7 $\pm$ 0.2	1.8 $\pm$ 0.2	-0.18 $\pm$ 2.20; poco clara	-0.08 $\pm$ 0.78; poco clara	0.11 $\pm$ 1.62; poco clara
AAI > 2m.s ⁻² (n)	134 $\pm$ 46	118 $\pm$ 21	139 $\pm$ 40	0.25 $\pm$ 0.71; poco clara	-0.21 $\pm$ 0.73; poco clara	-0.46 $\pm$ 0.61; pequeña**
AAI _{REL} > 2m.s ⁻² (n.min ⁻¹)	4.2 $\pm$ 0.9	3.3 $\pm$ 0.4	4.3 $\pm$ 0.8	1.09 $\pm$ 0.71; moderada***	-0.23 $\pm$ 0.82; poco clara	-1.32 $\pm$ 0.77; grande***
DAI > -2m.s ⁻² (n)	128 $\pm$ 46	116 $\pm$ 23	131 $\pm$ 36	0.18 $\pm$ 0.87; poco clara	-0.19 $\pm$ 0.71; poco clara	-0.36 $\pm$ 0.93; poco clara
DAI _{REL} > -2m.s ⁻² (n.min ⁻¹)	4.0 $\pm$ 0.8	3.2 $\pm$ 0.4	4.1 $\pm$ 0.8	1.03 $\pm$ 0.67; moderada***	-0.29 $\pm$ 0.92; poco clara	-1.32 $\pm$ 0.80; grande***

Nota. DT = distancia total (m); DT_{REL} = distancia total relativa (m.min⁻¹); DTAI = distancia recorrida a alta intensidad (> 18 km.h⁻¹) (m); DTAI_{REL} = distancia recorrida a alta intensidad (> 18 km.h⁻¹) relativa (m.min⁻¹); CJ = carga del jugador (ua); CJ_{REL} = carga del jugador relativa (ua.min⁻¹); AAI = aceleraciones de alta intensidad (> 2 m.s⁻²) (n); AAI_{REL} = aceleraciones de alta intensidad (> 2 m.s⁻²) relativas (n.min⁻¹); DAI = desaceleraciones de alta intensidad (> -2 m.s⁻²) relativas (n); DAI_{REL} = desaceleraciones de alta intensidad (> -2 m.s⁻²) relativas (n.min⁻¹); ** = probable; *** = muy probable

El presente estudio tenía como objetivos describir las exigencias condicionales a las que están sometidos los jugadores de fútbol sala de élite en competición oficial y examinar si existían diferencias entre posiciones específicas de juego. Los resultados obtenidos sugirieron lo siguiente: (1) los valores medios de carga externa por jugador por partido fueron: DT=3052 $\pm$ 804 m; DT_{REL}=88.7 $\pm$ 15.3 m.min⁻¹; DTAI=254 $\pm$ 101 m; DTAI_{REL}=7.5 $\pm$ 2.9 m.min⁻¹; CJ=57.2 $\pm$ 15.2 ua; CJ_{REL}=1.7 $\pm$ 0.3 ua.min⁻¹; aceleraciones de alta intensidad=135 $\pm$ 41 n; aceleraciones de alta intensidad relativas=3.9 $\pm$ 1.0 n.min⁻¹; desaceleraciones de alta intensidad=129 $\pm$ 39 n; desaceleraciones de alta intensidad relativas=3.8 $\pm$ 1.0 n.min⁻¹; (2) no se encontraron diferencias substanciales entre C y A para ninguna de las variables de carga externa analizadas; (3) la DT y la DT_{REL}, la CJ y la CJ_{REL} no parecen ser dependientes de la posición de juego, con valores similares para las tres posiciones específicas de juego, y (4) se observaron diferencias substanciales entre posiciones en variables relacionadas con la intensidad tanto en valores absolutos

(DTAI, aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad) como en valores relativos (DTAI_{REL}, aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad relativas).

Hasta donde tenemos conocimiento, este es el primer estudio que ha llevado a cabo un análisis de las demandas de carga externa en competición oficial de fútbol sala de élite mediante tecnología UWB, comparando a su vez las diferencias existentes entre las diferentes posiciones de juego de campo. Estudios previos han descrito la DT que recorrían los jugadores de fútbol sala durante la competición, como, por ejemplo, el estudio de Dogramaci et al., (2011), en el que se describía cómo jugadores australianos recorrían una distancia total de 4277 $\pm$ 1030 m por partido. Estos valores son similares a los registrados sobre jugadores de un equipo de fútbol sala de la Liga Profesional de Fútbol Sala española, quienes recorrían un promedio de 4313 $\pm$ 2139 m por partido (Barbero-Álvarez et al., 2008). La metodología de registro en ambos estudios (los dos utilizaron la tecnología de videoanálisis) podría explicar la diferencia respecto a los resultados obtenidos en nuestro estudio (DT = 3052 $\pm$ 804 m).

Los P parecen estar expuestos a una menor carga externa total que el resto de sus compañeros, de la misma forma que ocurre en el baloncesto (Vázquez-Guerrero et al., 2018). Los C y los A registraron mayores índices de actividad de alta intensidad que los P, realizando más aceleraciones, más desaceleraciones y recorriendo más distancia a alta intensidad. Estos resultados podrían tener su explicación en las características antropométricas, las cualidades físicas y técnicas de los P y, sobre todo, el rol que generalmente desempeñan los P dentro del sistema táctico y el modelo de juego del equipo.

Como ya se ha descrito en otros deportes de equipo (Varley y Aughey, 2013; Vázquez-Guerrero et al., 2018), la identificación de los perfiles posicionales específicos de aceleración podría ayudar a entrenadores, miembros de sus cuerpos técnicos y científicos del deporte a desarrollar ejercicios específicos para cada posición con el objetivo de mejorar el nivel condicional de los deportistas.

Si bien las demandas condicionales han sido generalmente expuestas y descritas mediante valores absolutos en deportes de equipo de campo como el fútbol (Martín-García et al., 2018) o el rugby (Gabbett et al., 2012), la lógica interna del fútbol sala, con un reglamento que permite una dinámica de sustituciones libre e ilimitada, parece requerir el uso de valores de carga relativos como el método más representativo para una descripción de la carga de competición. En baloncesto, por ejemplo, la DT_{REL} por jugador fluctúa entre 76.6 y 86.8 metros (Puente et al., 2017); en balonmano entre 87 y 101 metros (Barbero et al., 2014) y en fútbol sala entre 108 y 117.3 metros (Barbero-Álvarez et al., 2008), valores, estos últimos, superiores a los registrados en nuestro estudio ($DT_{REL} = 88.7 \pm 15.3 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$). Esta disminución de la DT_{REL} podría guardar relación con el incremento del tiempo que los equipos han dedicado durante los últimos años al uso del sistema de juego 5c4 (sistema en el que el portero es sustituido por un jugador de campo, creando una superioridad numérica constante en campo).

A pesar de que el reducido tamaño de la muestra podría ser considerado como un factor limitante, debería tenerse en cuenta que todos los jugadores participantes en el estudio formaban parte de una misma plantilla, hecho común en estudios basados en equipos profesionales. Consecuentemente, y puesto que el modelo de juego del equipo analizado puede haber condicionado en cierta medida los resultados obtenidos, se debería tener precaución a la hora de tomar decisiones basadas en los mismos. Otro aspecto a considerar es que para el estudio se han analizado únicamente valores de carga externa, obtenidos a través de dispositivos equipados con tecnología de banda ultraancho (UWB). La inclusión de variables de carga interna (p. ej., variables basadas en la frecuencia cardíaca o en la percepción subjetiva del esfuerzo) en futuras investigaciones podría suponer

una gran aportación para el proceso de monitorización de la carga competitiva y la carga de entrenamiento. Estas futuras investigaciones deberían incluir una mayor muestra de participantes, a poder ser de otros equipos de la misma categoría, y un mayor número de partidos analizados para poder confirmar los resultados obtenidos.

Conclusión

Los hallazgos de este estudio ofrecen una nueva perspectiva de conocimiento sobre las demandas condicionales en el fútbol sala de más alto nivel, entendiendo que su descripción, basada únicamente mediante variables locomotoras relacionadas con la velocidad, puede no ser suficiente para entender la complejidad de la competición y el entrenamiento.

En este contexto, las diferencias observadas en variables de intensidad entre las diversas posiciones específicas de juego deberían ayudar a entrenadores, preparadores físicos y otros miembros de los cuerpos técnicos a diseñar tareas y sesiones de entrenamiento más ajustadas a las necesidades individuales de cada deportista y a una planificación del proceso de entrenamiento más adecuada a las exigencias de la competición.

Referencias

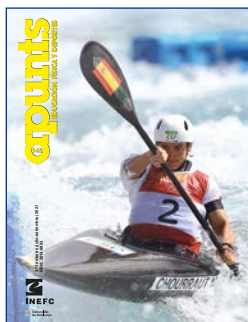
- Barbero, J. C. (2003). Análisis cuantitativo de la dimensión temporal durante la competición en fútbol sala. *European Journal of Human Movement*, 10, 143-163.
- Barbero, J. C., Granda-Vera, J., Calleja-González, J. & Coso, J. D. (2014). Physical and physiological demands of elite team handball players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(3), 921-933. <https://doi.org/10.1080/24748668.2014.11868768>
- Barbero-Álvarez, J. C., Soto, V. M., Barbero-Álvarez, V. & Granda-Vera, J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 63-73. <https://doi.org/10.1080/02640410701287289>
- Casamichana Gómez, D., Gómez Díaz, A. J., Cos Morera, F. & Martín García, A. (2018). Wildcard Players during Positional Games. *Apunts Educación Física y Deportes*, 133, 85-97. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2018/3\).133.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2018/3).133.06)
- Castellano, J. & Casamichana, D. (2014). Sport with global positioning devices (GPS): Applications and limitations. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(2), 355-364.
- Dalen, T., Jørgen, I., Gertjan, E., Geir Havard, H. & Ulrik, W. (2016). Player Load, Acceleration, and Deceleration During Forty-Five Competitive Matches of Elite Soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(2), 351-359. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001063>
- Dogramaci, S., Watsford, M. & Murphy, A. (2011). Time-Motion Analysis of International and National Level Futsal. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 25, 646-651. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c6a02e>
- Fox, J. L., Stanton, R. & Scanlan, A. T. (2018). A Comparison of Training and Competition Demands in Semiprofessional Male Basketball Players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 89(1), 103-111. <https://doi.org/10.1080/02701367.2017.1410693>
- Gabbett, T. J., Jenkins, D. G. & Abernethy, B. (2012). Physical demands of professional rugby league training and competition using microtechnology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(1), 80-86. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.07.004>

- García, F., Vázquez-Guerrero, J., Castellano, J., Casals, M. & Schelling, X. (2020). Differences in Physical Demands between Game Quarters and Playing Positions on Professional Basketball Players during Official Competition. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(2), 256-263.
- Hernández, J. (2001). Análisis de los parámetros espacio y tiempo en el fútbol sala. La distancia recorrida, el ritmo y dirección del desplazamiento del jugador durante un encuentro de competición. *Apunts Educación Física y Deportes*, 65, 32-44.
- Hopkins, W.G. & Batterham, A. M. (2019). A Spreadsheet for Bayesian Posterior Compatibility Intervals and Magnitude-Based Decisions. *Sportscience*, 23, 5-7.
- Hopkins, William G., Marshall, S. W., Batterham, A. M. & Hanin, J. (2009). Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 3-12. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Karcher, C. & Buchheit, M. (2014). On-Court Demands of Elite Handball, with Special Reference to Playing Positions. *Sports Medicine*, 44(6), 797-814. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0164-z>
- Lakens, D., Scheel, A. M. & Isager, P. M. (2018). Equivalence Testing for Psychological Research: A Tutorial. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 1(2), 259-269. <https://doi.org/10.1177/2515245918770963>
- Martín-García, A., Casamichana, D., Díaz, A. G., Cos, F. & Gabbett, T. J. (2018). Positional Differences in the Most Demanding Passages of Play in Football Competition. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(4), 563-570.
- Medina, J. A., Ostariz, E. S., Salillas, L. G., Marqueta, P. M. & Virón, P. C. (2001). Perfil cardiovascular en el fútbol-sala. Adaptaciones al esfuerzo. *Archivos de medicina del deporte: Revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 18(82), 143-148.
- Naser, N., Ali, A. & Macadam, P. (2017). Physical and physiological demands of futsal. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 15(2), 76-80. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2017.09.001>
- Puente, C., Abián-Vicén, J., Areces, F., López, R. & Del Coso, J. (2017). Physical and physiological demands of experienced male basketball players during a competitive game. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 956-962. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001577>
- Svilar, L., Castellano, J., Jukic, I. & Casamichana, D. (2018). Positional Differences in Elite Basketball: Selecting Appropriate Training-Load Measures. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(7), 947-952. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0534>
- Varley, M. C. & Aughey, R. J. (2013). Acceleration profiles in elite Australian soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 34(1), 34-39. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1316315>
- Vázquez-Guerrero, J., Suarez-Arrones, L., Gómez, D. C. & Rodas, G. (2018). Comparing external total load, acceleration and deceleration outputs in elite basketball players across positions during match play. *Kinesiology*, 50(2), 228-234.
- Wehbe, G. M., Hartwig, T. B. & Duncan, C. S. (2014). Movement Analysis of Australian National League Soccer Players Using Global Positioning System Technology. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(3), 834-842. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a35dd1>

Conflicto de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la url <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES



A specific neuromuscular warm-up focusing on ankle sprain injuries in elite basketball

Javier Ruiz¹ , David Urbano¹ , Carlos Martín¹ , Eduard Torrent¹ ,
Fernando Rupérez² , Mindaugas Gudelis² & Jairo Vázquez³

¹Futbol Club Barcelona Department of Physiotherapy and Rehabilitation, FC Barcelona, Barcelona (Spain).

²Futbol Club Barcelona Medical Department, Barcelona (Spain).

³Sports Performance Area, FC Barcelona, Barcelona (Spain).

Cite this article:

Ruiz, J., Urbano, D., Martín, C., Torrent, E., Rupérez, F., Gudelis, M. & Vázquez, J. (2021). A Specific Neuromuscular Warm-up Focusing on Ankle Sprain Injuries in Elite Basketball. *Apunts Educación Física y Deportes*, 145, 60-67. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/3\).145.08](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/3).145.08)

Editado por:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondencia:

Javier Ruiz Pinedo
javierruizpinedo@gmail.com
javier.ruiz@fcb Barcelona.cat

Sección:

Scientific Notes

Idioma del original:

Inglés

Recibido:

26 de noviembre 2020

Aceptado:

8 de abril 2021

Publicado:

1 de julio de 2021

Portada:

Maialen Chourraut (ESP)
compitiendo en los
Juegos Olímpicos de
Río de Janeiro (2016),
estadio Whitewater.
Semifinal de kayak
femenino (K1).
REUTERS / Ivan Alvarado

Abstract

A review of previous research was carried out to discover strategies to prevent ankle injuries in basketball. Studies about neuromuscular and proprioceptive exercises were investigated to ascertain the benefits and limitations. The main goal of this publication is to propose a weekly ankle-specific neuromuscular programme for an elite basketball team, including this ankle proposal during teams' pre-basketball training warm-up sessions.

Keywords: adjuvant training, injury prevention, neuromuscular training, optimizer training, proprioceptive training, team sports.

Introduction

Basketball is a sport with high physical demands, and both the aerobic and anaerobic energy systems are stressed during games (Stojanovic et al., 2018). Basketball mainly involves numerous explosive actions: accelerations and decelerations, changes of directions, high-speed running, jumping and landing (Ostojic, 2006; Scanlan, 2011, Vázquez-Guerrero, 2019a).

Currently, the information about basketball intensity during practice is provided by positional and inertial systems (Sánchez Ballesta, 2019). For example, an elite player could cover $\sim 73 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$, $\sim 3 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ at high-speed running $> 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $\sim 1.3 \text{ a.u.}$ player load per minute, ~ 4 acceleration and deceleration actions $> 2 \text{ m/s}^2$ per minute, ~ 0.2 jumps $> 3\text{Gs}$ per minute and ~ 1.3 impact $> 8\text{Gs}$ per minute (Vázquez-Guerrero et al., 2019b).

The ankle joint is the most commonly injured area in athletes (Gabbe et al., 2004). Almost 80 % of athletes with an ankle sprain could sustain repetitive sprains and $\sim 72 \%$ could develop chronic instability (Lentell et al., 1990). Epidemiology of ankle joint injuries in sports is 11 %-17 % (Borowski et al., 2008; Pasanen et al., 2017; Starkey, 2000), although they do not result in a greater loss of time (Rodas, G. et al., 2019). Basketball players are five times more likely to sustain an ankle joint injury after a previous ankle injury, with a recurrence rate of 73 % (Plisky et al., 2006; Pope et al., 1998). Players may experience ankle injuries, suffering disability and residual symptoms such as weakness, a feeling of instability and pain (Yeung et al., 1994). It is therefore important to reduce the rate of ankle injury.

Players with less strength in the lower limbs and fewer neuromuscular and proprioception abilities are at greater risk of sustaining an ankle injury (Eils et al., 2010; Riva et al., 2016). Furthermore, basketball players with dorsiflexion mobility limitations present a high rate of patellofemoral injuries risk (Backman & Danielson, 2011).

Previous studies describe different strategies based on proprioceptive and neuromuscular exercises to reduce ankle injury incidence, but few studies have been performed during team pre-practice warm-up (Padua et al., 2019). Regarding previous data, the implementation of a preventive program is necessary to reduce a player's risk of initial and/or recurrent injury. Sensorimotor and neuromuscular training has proven its effectiveness in improving strength, stability, balance and postural control (Pau et al., 2012; Steib et al., 2016).

For these reasons, ankle injury prevention must be a focus in basketball with a view to preparing players to cope with training and match demands. It is important that coaches, strength and conditioning trainers, medical staff and players share the responsibility for designing, implementing and performing preventive exercises (Riva et al., 2016; Pasanen et al., 2017; Rodas et al., 2019; Caldemeyer et al., 2020); we therefore consider that a holistic approach should be taken in preventive programs to reduce the risk of injuries in addition to load control instead of the professional performing them independently.

The aim of this proposal is to adapt an ankle-specific neuromuscular strength program to an elite basketball team's weekly training, including it in basketball warm-up sessions.

Ankle-specific neuromuscular warm-up

Warm-up is defined as a preparatory activity phase performed by players to reduce injuries and enhance neuromuscular performance. Specific warm-up effects based mainly on ankle joint neuromuscular training programs have been poorly investigated in basketball. Previous investigations have analysed the risk of ankle injury in basketball (Starkey, 2000; Gabbe et al., 2004; Borowski et al., 2008; Pasanen et al., 2017), developing different strategies to prevent ankle injuries using proprioceptive exercises (Pau et al., 2012; Eils et al., 2010; Riva et al., 2016; Owuoye et al., 2018) or neuromuscular exercises (Lentell et al., 1990; Pope et al., 1998; Steib et al., 2016; Owuoye et al., 2018; Caldemeyer et al., 2020). Further, actually no investigations have been realized about exercises proposal during the basketball warm up practice, as well as has not been shown the periodization during the week. Based on this information, the proposal consists of selecting 9 exercises that activate the foot and ankle muscles through the performance of functional movements. Players perform the exercises as a circuit in pairs as part of the team's neuromuscular warm-up before regular practice. We establish a holistic approach including the functional movements that players perform during the game. By way of progression, we recommend including perturbations (teammate unbalancing teammate) and simple decision-making.

This proposal focused on the ankle joint for performance is included during a basketball week schedule as a part of a regular team warm-up (Table 1).

Table 1
Typical competition week.

+1 MD	-2 MD	-1 MD	MD	-2 MD	-1 MD	MD
Recovery regeneration treatments	Technical basketball session	Recovery regeneration treatments	Shoot around practice	Recovery regeneration treatments	Recovery regeneration treatments	Shoot around practice
	Strength and conditioning workout					
	Ankle-specific neuromuscular warm-up	Ankle-specific neuromuscular warm-up	EUROLEAGUE GAME	Tactical basketball practice court	Ankle-specific neuromuscular warm-up	ACB GAME
	Tactical basketball session	Tactical basketball			Tactical basketball session	

Note. Shows a typical competition week. We include the ankle specific neuromuscular warm-up on Tuesday second session, Wednesday and Saturday as a part of the regular team warm-up.

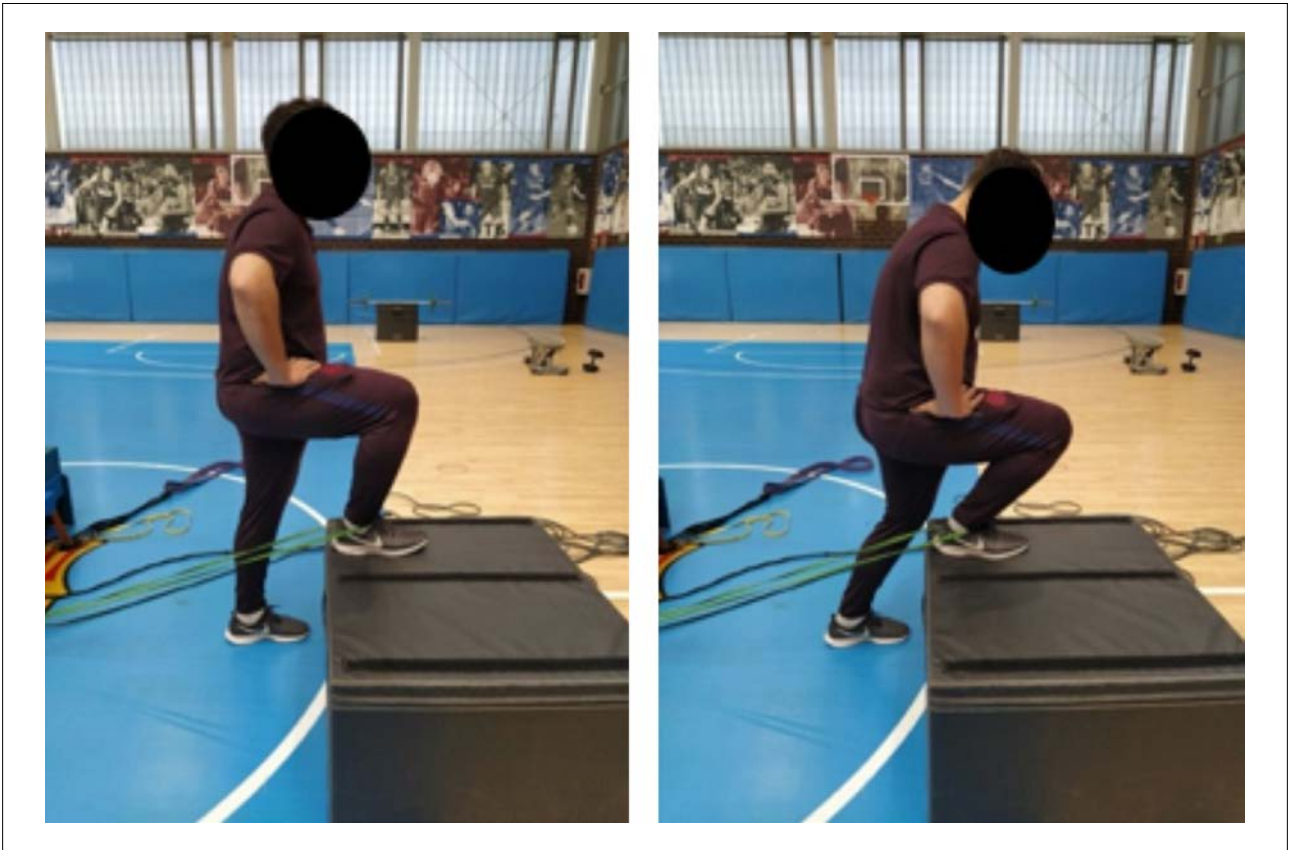


Figure 1
Ankle dorsiflexion mobility.

Ankle mobility (Figure 1)

From the standing position, the player places one foot on a box the top of which is level with the top third of the shinbone of the other leg. The distance of the elastic band is fixed in a position to generate sufficient tension to pull the ankle joint. This distance may vary depending on the player. The elastic band is placed at floor height and may be in line with the ankle or slightly displaced medially or laterally (up to 30°-45°). The elastic band should be placed just below the peroneal and tibial malleolus, the objective being to secure it to the neck of the astragalus. From this position, the player performs an active dorsiflexion, without moving their foot, and the heel must remain in contact with the ground at all times. Two sets of between 6 and 8 repetitions should be performed.

Working the peroneal muscles in CKC (Figure 2) and the tibialis posterior (Figure 3)

Place two platforms between 3 and 5 cm high on the floor. From the standing position, the player places each foot on one surface so that one half of the foot is in contact with the surface and the other half is not. From this position, the player touches the floor with the side of the foot that is free or not in contact with the surface (eccentric contraction). This is followed by a movement to return to the initial position (concentric contraction). This exercise focuses on the peroneus muscle (Figure 2). Same exercise idea is realized for posterior tibialis but placing the other half part of foot on platform and performing counter movement (Figure 3). Two sets of between 6 and 8 repetitions should be performed.



Figure 2

Peroneal neuromuscular work doing eversion movement.



Figure 3

Tibialis posterior neuromuscular work doing inversion movement.



Figure 4
Soleus doing plantar flexion neuromuscular work.



Figure 5
Single foot-active functional exercise. From static position on Pielaster is crossing up a light medicine ball doing a diagonal pattern.

Working plantar flexion in CKC with one-leg flexion of the knee on an Airex (Figure 4)

The player places one leg on an Airex. From this position, the player performs a (concentric) plantar flexion and an (eccentric) dorsiflexion in the full range of motion. The knee should be bent to between 30° and 70°. The player should use their hands to stabilize themselves if necessary. Two sets of between 6 and 8 repetitions should be performed.

Single-foot active functional exercise 1 (Figure 5)

The player takes up position on one foot on an unstable platform with degrees of hip and knee flexion that allow them to attain a comfortable and stable position. From this position, the objective is to reach a static single-leg balance position on the Pielaster. Once this has been achieved, the next objective is to perform rotations with a soft medicine

ball following diagonal patterns in different combinations. Two sets of between 6 and 8 repetitions should be performed. The repetitions will always be different, no more than 2-3 consecutive repetitions performing the same diagonal.

Single-foot active functional exercise 2 (Figure 6)

The player takes up position with one foot on a Pielaster-platform with degrees of ankle, knee and hip flexion that provide a comfortable position to perform an exercise while remaining stable. From this position, the first objective is to reach a static balance position. Once this has been achieved, the next goal will be to perform a hip and upper body flexion of up to 90 degrees with the other leg raised in extension. Players can place Mini Band-type elastic bands between their knees to increase exercise difficulty. Two sets of between 6 and 8 repetitions should be performed.



Figure 6

Single foot-active functional exercise. From static position on Pielaster and taking a elastic band with hands from in front, player is doing a single leg dead lift movement.

Lateral movement exercise (Figure 7)

From the standing position, the player attaches an elastic band to their hip and secures it to a stable surface that allows them to generate tension. The player should take up a position so that when they perform a lateral movement in one direction the elastic band will pull in the opposite direction. The exercise has to be performed taking two lateral steps at high speed. Two sets of between 6 and 8 repetitions should be performed. The repetitions should not always be performed in the same direction on one plane, but should be executed in different directions.

Footwork simulating competitive movement (Figure 8)

This exercise seeks to simulate “coordination ladders” by placing marks and using the lines of the field of play or court. Two players take up position, one on each side, ready to perform the same exercise identically, 4.9 m away from each other. From this position, they perform the footwork as quickly as possible and then run as speedily as possible to a 1.5 m-space marked out on the free-throw line. Each player should perform 2 sets of 3 repetitions. This work should always be done in pairs, it is a competitive exercise.



Figure 7

With an elastic band on hip from side, player is doing a side step.



Figure 8

Player does a simple footwork on a coordination stair and sprinting to arrive on a place before teammate.

Conclusions

This proposal provides an example of ankle joint neuromuscular exercises to be performed during pre-basketball practice warm-up. The main practical application for physiotherapists and strength conditioning professional is to show examples of exercises and how to organise this idea during a competitive week in an elite professional basketball schedule. Moreover, this idea would help medical staff to improve their injury prevention strategies.

References

- Backman, L. J., & Danielson, P. (2011). Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players: a 1-year prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(12), 2626–2633. <https://doi.org/10.1177/0363546511420552>
- Borowski, L. A., Yard, E. E., Fields, S. K., & Comstock, R. D. (2008). The epidemiology of US high school basketball injuries, 2005–2007. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(12), 2328–2335. <https://doi.org/10.1177/0363546508322893>
- Caldemeyer, L. E., Brown, S. M., & Mulcahey, M. K. (2020). Neuromuscular Training for the Prevention of Ankle Sprains in Female Athletes: A Systematic Review. *The Physician and Sportsmedicine* 48(4), 363–369. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1732246>
- Eils, E., Schroter, R., Schroder, M., Gerss, J., & Rosenbaum, D. (2010). Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(11), 2098–2105. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e03667>
- Gabbe, B. J., Finch, C. F., Wajswelner, H., & Bennell, K. L. (2004). Predictors of lower extremity injuries at the community level of Australian football. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 14(2), 56–63. <https://doi.org/10.1097/00042752-200403000-00002>
- Lentell, G., Katzman, L. L., & Walters, M. R. (1990). The Relationship between Muscle Function and Ankle Stability. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 11(12), 605–611. <https://doi.org/10.2519/jospt.1990.11.12.605>
- Ostojic, S., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 740–744. <https://doi.org/10.1519/R-15944.1>
- Owoeye, O. B. A., Palacios-Derflingher, L. M., & Emery, C. A. (2018). Prevention of Ankle Sprain Injuries in Youth Soccer and Basketball. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 28(4), 325–331. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000462>
- Padua, E., Grazia, A., Alashram, A., Campoli, F., Romagnoli, C., Lombardo, M., Quarantelli, M., Di Pinti, E., Tonanzi, C., & Annino, G. (2019). Effectiveness of warm-up routine on the ankle injuries prevention in young female basketball players: A randomized controlled trial. *Medicina*, 55(10), 690. MDPIAG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/medicina55100690>
- Pasanen, K., Ekola, T., Vasankari, T., Kannus, P., Heinonen, A., Kujala, U. M., & Parkkari, J. (2017). High ankle injury rate in adolescent basketball: A 3-year prospective follow-up study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(6), 643–649. <https://doi.org/10.1111/sms.12818>
- Pau, M., Loi, A., & Pezzotta, M. C. (2012). Does sensorimotor training improve the static balance of young volleyball players? *Sports Biomechanics*, 11(1), 97–107. <https://doi.org/10.1080/14763141.2011.637126>
- Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 36(12), 911–919. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2244>
- Pope, R., Herbert, R., & Kirwan, J. (1998). Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 44(3), 165–172. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(14\)60376-7](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(14)60376-7)
- c, D., Bianchi, R., Rocca, F., & Mamo, C. (2016). Proprioceptive Training and Injury Prevention in a Professional Men's Basketball Team: A Six-Year Prospective Study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 461–475. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001097>
- Rodas, G., Bove, T., Caparrós, T., Langohr, K., Medina, D., Hamilton, B., Sugimoto, D., & Casals, M. (2019). Ankle Sprain Versus Muscle Strain Injury in Professional Men's Basketball: A 9-Year Prospective Follow-up Study. *Orthop. J. Sport. Med.* 7(6). <https://doi.org/10.1177/2325967119849035>
- Sánchez Ballesta, A., Abruñedo, J., & Caparrós, T. (2019). Accelerometry in Basketball. Study of External Load during Training. *Apunts Educación Física y Deportes*, 135, 100–117. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2019\)1.135.07](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019)1.135.07)
- Scanlan, A., Dascombe, B., & Reabur, P. A comparison of the activity demands of elite and sub-elite Australian men's basketball competition. (2011). *Journal of Sports Science*. 29(11), 1153–1160. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.582509>
- Starkey, C. (2000). Injuries and illnesses in the national basketball association: a 10-year perspective. *Journal of Athletic Training*, 35(2), 161–167. <https://doi.org/10.1177/1941738109357303>
- Steib, S., Zahn, P., Zu Eulenburg, C., Pfeifer, K., & Zech, A. (2016). Time-dependent postural control adaptations following a neuromuscular warm-up in female handball players: a randomized controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 13, 8–33. <https://doi.org/10.1186/s13102-016-0058-5>
- Stojanovic, E., Stojiljkovic, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanovic, Z. (2018). The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(1), 111–135. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0794-z>
- Vázquez-Guerrero, J., Fernández-Valdés, B., Jones, B., Moras, G., Reche, X., & Sampaio, J. (2019). Changes in physical demands between game quarters of U18 elite official basketball games. *PLOS ONE*, 14, 1–9, e0221818. Retrieved from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221818>
- Vázquez-Guerrero, J., Jones, B., Fernández-Valdés, B., Moras, G., Reche, X., & Sampaio, J. (2019). Physical demands of elite basketball during an official U18 international tournament. *Journal of Sports Sciences*, 37(22), 2530–2537. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1647033>
- Yeung, M. S., Chan, K. M., So, C. H., & Yuan, W. Y. (1994). An epidemiological survey on ankle sprain. *British Journal of Sports Medicine*, 28(2), 112–116. <https://doi.org/10.1136/bjism.28.2.112>

Conflicto de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la url <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES