

EFFECTO DE UN PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LESIONES EN LA FUERZA MUSCULAR DE JUGADORAS DE FÚTBOL PROFESIONAL COLOMBIANO

EFFECT OF AN INJURY PREVENTION PROGRAM ON THE MUSCULAR STRENGTH OF COLOMBIAN PROFESSIONAL FEMALE SOCCER PLAYERS

Recibido el 22 de diciembre de 2020 / Aceptado el 28 de junio de 2021 / DOI: 10.24310/riccafd.2021.v10i2.11323
Correspondencia: José Iván Alfonso Mantilla. Josealfonso25@hotmail.com

Quiceno Christian^{1A-F}; Alfonso Mantilla José Iván^{2A-F}; Samudio María Alejandra^{3A-F}; Del Castillo David^{4A-F}

¹Director médico del Club Deportivo la Equidad Seguros, Médico y cirujano de la Universidad de Antioquia, Especialista en medicina aplicada a la actividad física y el deporte. Universidad de Antioquia, Cristianquiceno@hotmail.com.

²Fisioterapeuta. Universidad del Rosario, Josealfonso25@hotmail.com

³Fisioterapeuta Universidad del Rosario, Magister en Fisioterapia deportiva. Escuela Universitaria Real Madrid, marialeja_28@hotmail.com.

⁴Fisioterapeuta del Club León de México, Especialista en actividad física escuela nacional de deporte, Magister en fisioterapia del deporte y la actividad física. Universidad Nacional de Colombia, datillo@hotmail.com.

Responsabilidades

^ADiseño de la investigación. ^BRecolector de datos. ^CRedactor del trabajo. ^DTratamiento estadístico. ^EApoyo económico. ^FIdea original y coordinador de toda la investigación

RESUMEN

Introducción El fútbol, es el deporte más popular a nivel mundial, está caracterizado por ser de alta demanda fisiológica para los sistemas cardiovascular y osteomuscular. Este, es el de mayor práctica en el género masculino. Sin embargo; en los últimos tiempos se ha visto un incremento también en la práctica en el género femenino. Las deportistas tienen una fisiología diferente al género masculino, por lo cual se debe realizar un trabajo diferenciado. **Objetivo** Evaluar la efectividad de un programa de prevención de lesiones enfocado en el aumento de fuerza muscular de las cadenas anterior y posterior en jugadoras profesionales. **Metodología** Estudio de intervención mediante un circuito preventivo en veinte y una (21) jugadoras profesionales de fútbol durante un periodo de ocho (8) semanas monitorizado mediante los sistemas SmartCoach PRO,



Nordbord y Axon Jump. **Resultados** Se registraron valores iniciales de fuerza de cadena posterior de 174 Newton y que con el trabajo de fuerza aumentaron hasta llegar a valores de 216 Newton medido mediante el sistema Nordbord. Con el sistema Smartcoach, se realizó la evaluación de la fuerza muscular de la cadena anterior donde se obtuvo en la primera evaluación un valor de 231 Watts y en la última evaluación un valor de 343 Watts. Con el sistema Axon Jump se registró un valor inicial de 32cm y en la evaluación final un valor de 35cm obteniendo un valor de significancia estadística de $P \leq 0,0001$ para cada variable. **Conclusiones.** Existe una relación entre el entrenamiento de fuerza en circuitos funcionales con el aumento de variables de fuerza muscular como newton y watts en jugadoras de fútbol. En el presente estudio se registró un valor estadísticamente significativo para el aumento en fuerza de la cadena anterior y posterior con la implementación de un programa de fuerza específico. Se deben continuar realizando estudios con este tipo de tecnología con el fin de determinar perfiles de rendimiento en jugadoras de fútbol profesional.

■ PALABRAS CLAVE

fútbol femenino, prevención, fuerza muscular, isquiosurales, lesiones musculares, tecnología isoinercial, rendimiento.

■ ABSTRACT

Introduction Soccer, the most popular sport worldwide, is characterized by being of high physiological demand for the cardiovascular and musculoskeletal systems. This is the most practiced in the male gender. However; in recent times there has also been an increase in practice in the female gender. Athletes have a different physiology than the male gender, for which a differentiated work must be carried out. **Objective** To evaluate the effectiveness of an injury prevention program focused on increasing muscle strength of the anterior and posterior chains in professional female players. **Methodology** Intervention study by means of a preventive circuit in twenty-one (21) professional soccer players during a period of eight (8) weeks monitored by the SmartCoach PRO, Nordbord and Axon Jump systems. **Results** Initial values of posterior chain force of 174 Newton were recorded and that with the work of force they increased until arriving at values of 216 Newton measured by means of the Nordbord system. With the Smartcoach system, the evaluation of the muscle strength of the anterior chain was carried out, where a value of 231 Watts was obtained in the first evaluation and in the last evaluation a value of 343 Watts. With the Axon Jump system, an initial value of 32cm was recorded and a value of 35cm in



the final evaluation, obtaining a statistical significance value of $P \leq 0.0001$ for each variable. **Conclusions.** There is a relationship between strength training in functional circuits with the increase in muscle strength variables such as newtons and watts in soccer players. In the present study, a statistically significant value was recorded for the increase in strength of the anterior and posterior chain with the implementation of a specific strength program. Studies should continue with this type of technology in order to determine performance profiles in professional soccer players.

■ KEY WORDS

female soccer, prevention, muscle strength, hamstrings, muscle injuries, isoinertial technology, performance

■ INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el fútbol es uno de los deportes más populares a nivel mundial, este está caracterizado por ser un deporte de contacto con una alta demanda fisiológica para los sistemas cardiovascular y osteomuscular^(1, 2). Este deporte es mayormente practicado a nivel profesional por el género masculino. Sin embargo, en la última década se ha visto un incremento en la práctica de este deporte por el género femenino en competencias a nivel nacional e internacional⁽²⁻⁴⁾. Es de vital importancia comprender que, las mujeres tienen una fisiología diferente al género masculino por lo cual deben ser analizadas de forma diferente en la práctica de deportes de alto rendimiento como el fútbol⁽²⁻⁴⁾. Para ejemplificar, las mujeres se mueven de forma diferente a los hombres debido a que tienen una postura más erguida donde disminuyen la flexión en el complejo de la cadera y rodilla para actividades como el salto y aterrizaje donde presentan tendencia al valgo de rodilla, niveles altos de estrógenos, mayor flexibilidad lo que condiciona una estructura ligamentaria más débil y músculos menos potentes, cambios hormonales durante el periodo del ciclo menstrual, menor masa y fuerza muscular que los hombres lo que condiciona un aumento en la incidencia de lesiones de tobillo, rodilla, cadera y lesiones musculares⁽⁵⁻⁹⁾. Adicionalmente, con el aumento de la práctica de fútbol por parte del género femenino se debe hacer énfasis en que la fisiología es diferente entre hombres y mujeres^(2, 10). En la población femenina, las jugadoras élites, reportan una distancia recorrida total de 10 kilómetros donde 1,7 Kilómetros son recorridos de altas velocidades mayores a 15 Km/h lo cual corresponde al 28% total de esfuerzos de alta intensidad. Sin embargo; se ha demostrado que se reduce la distancia de la carrera y la velocidad en puntos de rendimiento debido a la fatiga, lo



que condiciona que no se pueda mantener la capacidad de rendimiento por largos periodos de tiempo, esto debido a la diferencia entre las condiciones físicas como fuerza, aceleración, velocidad, salto⁽¹⁰⁾.

Se ha reportado que, en mujeres, la proporción de lesiones por contacto durante competencia es del 33,7% y en entrenamiento del 11,4%, las lesiones de no contacto se presentan en un 51% en comparación con un 42,8% por lesiones de contacto, entre el 48 y el 70% de jugadoras profesionales presentan aproximadamente 1 lesión durante la temporada, el rango de lesión durante entrenamiento está entre 1.0 ± 4.6 por cada 1000 horas de exposición y en competencia entre 6.1 ± 24.0 por cada 1000 horas de exposición⁽³⁾. En las mujeres se presentan lesiones del 17% en cabeza, miembros superiores 10%, tronco 8%, muslo 11%, extremidades inferiores 15%, rodilla 12% y tobillo 21%⁽¹¹⁾. Otro estudio reportó que la prevalencia de lesión en la temporada fue del 36,5%, se reportó que el 77,8% de las lesiones fueron de miembro inferior, 22,2% de miembros superiores, 22,2% de rodilla y 15,9% lesiones de tobillo⁽⁴⁾.

Existen habilidades y capacidades físicas que caracterizan al deportista de alto rendimiento tales como: fuerza, resistencia, salto, propiocepción, capacidad aeróbica, flexibilidad. Estas habilidades trabajan en conjunto para proporcionar al deportista un adecuado estado físico. Para el fútbol femenino, la capacidad más importante es la fuerza muscular debido a que es el pilar de estabilización de cadera, rodilla y tobillo^(12, 13). Dado esto, la fuerza es la cualidad física más importante debido a que se relaciona con la optimización del rendimiento deportivo e interviene en acciones específicas del fútbol como aceleraciones, saltos, velocidades, cambios de dirección; lo cual aumenta la demanda a nivel muscular⁽¹⁴⁻¹⁶⁾. La fuerza excéntrica es trabajada en deporte de alto rendimiento por sus grandes beneficios dentro de los cuales se encuentran menor costo de energía, aumento del reclutamiento de fibras musculares, mayor activación neural, aumento de la carga mecánica sobre el músculo, mayores ganancias de fuerza⁽¹⁵⁻²¹⁾. Dentro del fútbol profesional las características físicas son primordiales en la protección del atleta a nivel muscular, las contracciones musculares excéntricas y el trabajo de sobrecarga excéntrica es de vital importancia debido a que permite desarrollar picos de fuerza en un menor tiempo y a un menor costo energético lo que provoca adaptaciones a la carga^(16, 22). Por lo tanto, se genera una mayor estimulación a nivel del huso neuromuscular a cambios de longitud y velocidad en el ciclo de acortamiento y estiramiento del músculo lo que incrementa los impulsos a nivel nervioso y la posibilidad de producción de fuerza muscular^(15, 23). Adicionalmente, cuando se aumenta la fuerza muscular se logra mejorar la capacidad de aceleración y desaceleración y la capacidad de controlar el aterrizaje en acciones funcionales como en el salto^(16, 17, 24, 25).



Finalmente, el trabajo de prevención debe ser un pilar en los equipos profesionales de fútbol femenino debido a que cuando se realiza un adecuado trabajo, se aumenta la fuerza muscular de cuádriceps e isquiosurales estabilizando las cadenas musculares anterior y posterior lo cual ayuda a realizar un alineamiento a nivel pélvico y evitar el valgo de rodilla en actividades específicas como el salto y el aterrizaje, se incrementa la capacidad de la mujer de generar fuerza muscular en periodos cortos de tiempo evitando lesiones musculares^(26, 27). En Colombia, se han dado precedentes de los beneficios de trabajo de sobrecarga excéntrica con dispositivos isoinerciales y su relación con variables específicas tales como; fuerza, aceleración, cambio de ritmo y salto en deportistas^(15, 17, 18). Por tal motivo, el objetivo de este artículo fue evaluar la efectividad de un programa de prevención de lesiones enfocado en el aumento de la fuerza muscular de las cadenas anterior y posterior en mujeres futbolistas monitorizado mediante los sistemas SmartCoach, Nordbord y Axon Jump con el fin de establecer la importancia de los trabajos de prevención en el aumento de habilidades físicas en jugadoras de fútbol profesional en la fuerza muscular y cómo esta puede ser monitorizada mediante elementos tecnológicos y crear perfiles de rendimiento específicos.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de intervención en jugadoras de fútbol profesional femenino a las cuales se les aplicó un protocolo de prevención de lesiones haciendo énfasis en ejercicios excéntricos para isquiosurales y cuádriceps. Se definió como variables de medición la potencia media concéntrica- excéntrica medida mediante el dispositivo Smart Coach a través de su ejecución en la máquina kBox Exxentric, la fuerza de isquiosurales con el sistema NordBord (Valdperformance) y salto en modalidad Abalakov mediante el sistema Axon JumpÒ.

El estudio se dividió en las siguientes fases:

Fase I: Evaluación inicial

- En primera instancia, se definieron los criterios de inclusión para la participación dentro del protocolo.

Criterios de inclusión

1. Futbolistas profesionales femeninas con fechas de nacimiento entre 1989-2001 que pudieran realizar las pruebas.
2. El concepto de jugadora profesional se le otorga a aquella jugadora quien tiene un vínculo contractual con el club y participaría en la liga profesional de fútbol colombiana.



3. Jugadoras sin antecedentes de lesiones musculares que se hayan podido presentar 2 meses antes.

Criterios de exclusión

1. Jugadoras en estado de embarazo en conocimiento y otras afecciones de salud que no le permitieran participar dentro del protocolo.
2. Jugadoras que falten a una sesión de entrenamiento o inasistencia al entrenamiento.

Muestra

Veinte y una (21) jugadoras profesionales del equipo profesional femenino las cuales realizaron un cumplimiento de los criterios de inclusión, el peso osciló entre los 52kg-78kg con una media de 58,9kg, el índice de masa corporal osciló entre 19,6- 27,0 kg/m² y una media de 22,0 kg/m² y finalmente; la talla osciló entre los 154cm- 176cm con una media de 163cm.

Procedimiento y materiales de evaluación

Se realizó la evaluación inicial al grupo de jugadoras de las variables potencia media excéntrica, mediante el sistema SmartCoach con la medida Watts, fuerza de isquiosurales por el sistema NordBord con la medida newton y Salto mediante el sistema Axon Jump teniendo en cuenta la altura alcanzada en centímetros. Esto, se realizó en la primera semana del estudio con los siguientes dispositivos.

- **Máquina kBox Exxentric:** Dispositivo que realiza contracciones concéntricas y excéntricas. Está compuesto por una plataforma metálica, la cual puede manejar carga de inercia desde 0,010 kg/m² hasta 0.050 kg/m². Esta máquina está diseñada para generar sobrecarga excéntrica y aumentar la fuerza y potencia muscular en un menor tiempo. Para el estudio se utilizó el disco de 0,020 kg/m² para las evaluaciones y se utilizó el gesto de sentadilla ^(18, 25, 28).
- **Sistema SmartCoach:** Es un sistema de evaluación de fuerza objetivo mediante un encoder que permite la medición de la velocidad y la potencia en una fase concéntrica y excéntrica en tiempo real durante un ejercicio y permite la evaluación constante y la detección de alteraciones en la fuerza muscular durante gestos funcionales, este sistema utiliza la variable watts^(16, 25, 29).
- **Sistema Nordbord (Vald performance)** Es un dispositivo que permite realizar ejercicios de fortalecimiento de isquiosurales en distintas modalidades. Adicionalmente, el sistema permite realizar



la medición objetiva de la fuerza de isquiosurales con su respectiva relación de imbalances con el fin de detectar anomalías y prevenir lesiones musculares, este sistema utiliza la variable Newton^(30, 31).

- **Sistema Axon Jump:** Con este sistema se realiza la medición de la capacidad del salto en diferentes modalidades. Este es, una plataforma con conexión a computador unido al software de medición que arroja variables como tiempo, velocidad y altura en Centímetros. Para el presente estudio se decidió utilizar el salto Abalakov para su evaluación⁽³²⁾.

Se realizó un calentamiento inicial de 10 minutos con movilidad dinámica generalizada donde cada jugadora iniciaba en la evaluación en la Kbox en combinación con el sistema SmartCoach realizando una serie de 5 repeticiones de una sentadilla tomando el mejor valor obtenido en la prueba, en segundo lugar, se realizaba la evaluación con el sistema Nordbord realizando una serie de 3 repeticiones estableciendo el valor en Newton y se finalizaba la evaluación con el sistema Axon Jump realizando 3 saltos tomando el valor del mejor intento.

Intervención

El protocolo de intervención consistió en, un circuito preventivo realizado dos (2) veces por semana por un tiempo de 25 minutos el cual estaba compuesto por los siguientes ejercicios enfocados en capacidades físicas como fuerza, resistencia, potencia, propiocepción y coordinación:

1. Nordic Hamstring exercise
2. Russian Belt Exercise.
3. Hip thrust
4. Split Squat
5. Squat With kBox
6. Unilateral Straight knee bridge
7. Unilateral Stiff leg deadlift
8. Copenhagen
9. Frontal coordination in ladder and acceleration
10. Drop Jump exercise
11. Dynamic stability in therapeutic bosu
12. Full leg Squat
13. Frontal stability in fitball

Se estableció que la duración del protocolo de prevención fuera de ocho (8) semanas en su totalidad donde se tendría en cuenta las series (S) y repeticiones (R) como variables de prescripción específicas, se dividió el protocolo de entrenamiento descrito a continuación. Con el *dispositivo Kbox* en la semana 1-2 se realizó la evaluación inicial más



ejercicios demostrativos de las pruebas a ejecutar con una inercia del 0.010 kg/m² con 2S de 6R, semana 3 a la 5 se hicieron 3S de 8R con 0.020 kg/m² y 0.030kg/m²; semana 5 a la 7, 2S de 10R con 0.030 kg/m² y 0.050kg/m², semana 8 se realizó 4S de 12R con 0.050kg/m². Se hizo la evaluación al finalizar la semana 8 con el disco de inercia de 0.020 kg/m²^(18, 25, 28, 29). *Ejercicio Nordic hamstring* semana 1-2 se realizó 1S de 4R, semana 3-5 se realizó 1S de 8R, Semana 5- 7 2S de 5R y en la semana 8 2S de 8R, *Russian Belt Exercise* Semana 1- 8 se realizó 2S de 10R, *Split Squat* semana 1- 8 se realizó 1S de 12R, *Unilateral Straight knee bridge* y *Unilateral Stiff leg deadlift* semana 1- 8 se realizó 1S de 10R, *Copenhagen* semana 1-8 se realizó 1S de 8R, *Full leg Squat* semana 1-8 se realizó 1S de 12R, *Drop Jump Exercise* semana 1-8 se realizó 1S de 8R, *Frontal coordination in ladder and acceleration* semana 1-8 se realizó 1S de 4R, *Dynamic stability in therapeutic bosu* semana 1-8 se realizó 1S de 8R, *Frontal stability in fitball* se realizó 1S de 45 segundos en isometría, tiempo de recuperación entre estación de 15 segundos.

Fase II: Evaluación final

Se realizó el seguimiento con una segunda evaluación realizada a la octava semana de entrenamiento bajo las mismas condiciones que la evaluación inicial realizando el respectivo calentamiento para las pruebas y en el mismo orden de la evaluación inicial manteniendo el mismo protocolo de evaluación.

Análisis estadístico

Se realizó la agrupación de los datos y su respectivo análisis estadístico en el programa (XLSTAT versión 2020.5, XLSTAT by addinsoft), estableciendo un P=0.05 realizando la estadística descriptiva y la Prueba t para dos muestras relacionadas.

■ RESULTADOS

En el presente estudio no se presentaron pérdidas en el seguimiento ni evaluación. En la tabla 1, se presenta la estadística descriptiva y la Prueba t para dos muestras relacionadas, en la figura 1, el Box Plot del sistema Smartcoach+ kBox, en la figura 2 Box Plot NordBord y en la figura 3 el Box Plot del Axon Jump.



Tabla 1. Estadística descriptiva y Prueba t para dos muestras relacionadas

SmartCoach+kBox	Nordbord	Axon Jump			
Diferencia	-111,771	Diferencia	-41,357	Diferencia	-2,776
t (Valor observado)	-7,269	t (Valor observado)	-5,097	t (Valor observado)	-3,856
valor-p (bilateral)	< 0,0001	valor-p (bilateral)	< 0,0001	valor-p (bilateral)	0,001

Smartcoach + kBox				
Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
I evaluación	153W	439W	231W	61,502
II evaluación	222W	484W	343W	74,184
Nordbord				
Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
I evaluación	105N	237N	174N	40,409
II evaluación	120N	332N	216N	48,023
Axon Jump				
Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
I evaluación	26cm	41cm	32cm	4,469
II evaluación	24cm	44cm	35cm	5,484

W: Watts; N: Newton; cm: centímetros.

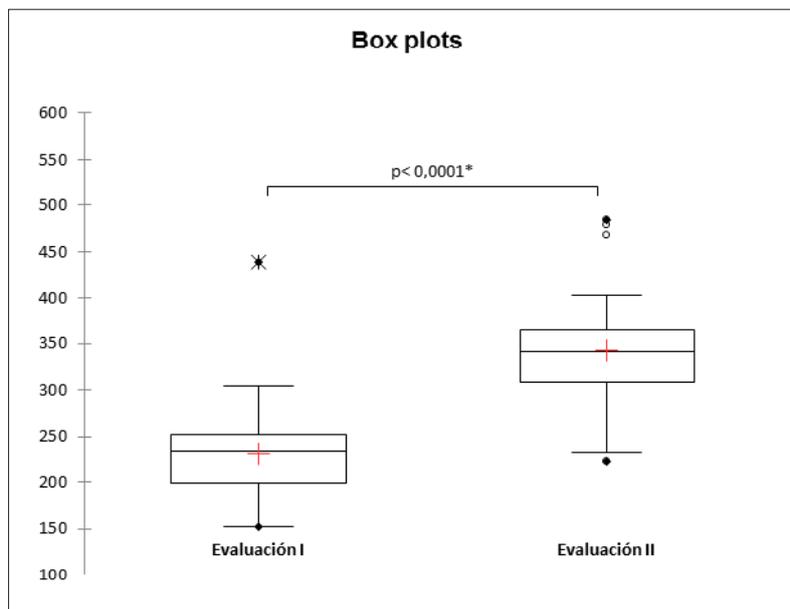
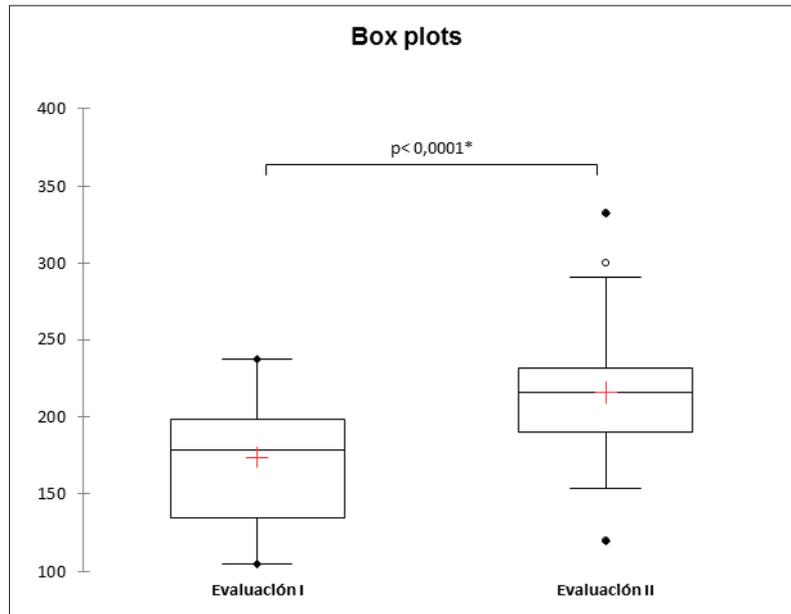
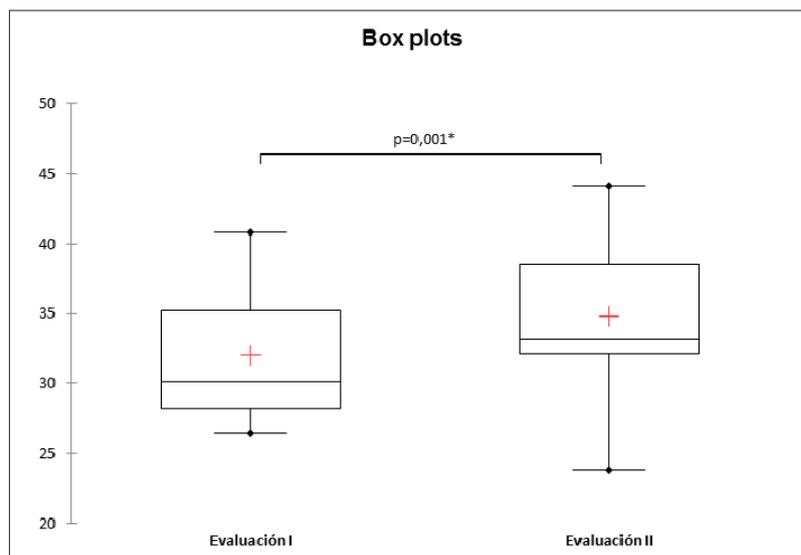


Figura 1.Box Plot SmartCoach+ kBox

**Figura 2.** Box Plot Nordbord**Figura 3.** Box Plot Axon Jump

En cuanto a la estadística descriptiva, se evidenció que para la fuerza de la cadena muscular anterior con el dispositivo kBox+ SmartCoach en la primera evaluación, se registraron valores mínimos de 153W, promedio de 231W y un máximo de 439W en contraste con la segunda evaluación que, como valor mínimo se registró 222W, promedio de 343W y máxima de 484W registrando un valor de significancia estadística de $P \leq 0,0001$. Con el sistema Nordbord, se evidenció que la fuerza de la cadena muscular posterior en la evaluación 1, registró valores mínimo de 105N, promedio de 174N y máximo de 237N en contraste con la segunda evaluación que se registró valor mínimo de 120N, promedio de



216N y máximo de 332N registrando un valor de significancia estadística de $P \leq 0,0001$ y finalmente con el sistema Axon Jump en la 1 evaluación de registro un valor mínimo de 26cm, promedio de 32cm y máximo de 41cm en contraste con la segunda evaluación donde se registró un valor mínimo de 24cm, promedio de 35 cm y máximo de 44cm con un valor de significancia estadística de $P \leq 0,001$.

■ DISCUSIÓN

El fútbol, es un deporte con altas demandas fisiológicas por lo cual entre hombres y mujeres existen diferencias a nivel estructural y fisiológico que condicionan la práctica de este deporte^(2, 10). Para ejemplificar, se presentan diferencias a nivel cardiaco relacionados con el diámetro y los grosores del corazón lo cual se relaciona con la dimensión corporal entre hombres y mujeres⁽³³⁾. Las mujeres presentan aumento en ángulo del cuádriceps y de la pendiente a nivel tibial lo cual predispone una inadecuada alineación. Adicionalmente, las mujeres presentan una flexión inadecuada en rodilla lo cual condiciona el valgo y la rotación externa lo que altera las fases de ascenso y aterrizaje ocasionando que no se cuente con una adecuada estabilidad y así aumente el riesgo de lesión de rodilla por lo cual es de vital importancia el trabajo de capacidades físicas y prevención en las mujeres futbolistas⁽³⁴⁾. En comparación entre hombres y mujeres, se presentan más lesiones en hombres debido al número de torneos y tiempo de exposición que presenta esta población con relación a las mujeres donde la población femenina es más propensa a sufrir lesiones musculares, rodilla y tobillo^(35, 36). La fuerza, es uno de los factores más importantes para las futbolistas debido a que es el pilar de estabilización a nivel corporal ya que una adecuada simetría a nivel de fuerza entre los cuádriceps y los isquiosurales previene lesiones de rodilla en mujeres; cuando existen asimetrías musculares se afecta el balance dinámico lo cual se convierte en un factor negativo en la estabilidad de rodilla en mujeres aumentando el riesgo de lesión^(12, 37, 38).

Debido a la diferencia a nivel estructural entre hombres y mujeres se generan diferencias en las capacidades físicas tales como velocidad, aceleración, salto y fuerza siendo esta última el principal factor condicionante de las demás habilidades. Por ejemplo, la fuerza excéntrica es esencial para realizar actividades funcionales del fútbol como patear, acelerar, cambiar de dirección, saltar y acelerar donde las mujeres deben realizar énfasis en este tipo de trabajos para aumentar su rendimiento físico en gestos específicos del fútbol^(27, 39). Por tal motivo, es donde se hace de vital importancia el trabajo de fuerza dentro de circuitos funcionales con el fin de potencializar y preparar a las jugadoras para las acciones reales de juego interviniendo



sobre las diferencias a nivel estructural y fisiológico que pueden ser corregidas con ayuda de un adecuado entrenamiento basándose en la carga, tipo y modo de entrenamiento para población femenina. La prevención en jugadoras de fútbol, debe hacer un énfasis en fuerza, potencia, velocidad, aceleración, propiocepción, aterrizajes, con el fin de preparar a la jugadora y potencializar sus habilidades para las acciones reales de juego. Los circuitos de prevención han demostrado reducir el índice de lesiones si son desarrollados de forma adecuado y sistematizados donde se realice énfasis en las habilidades anteriormente mencionadas logrando cambios a nivel de alineación de pelvis y rodilla reduciendo el valgo de rodilla en momentos de aterrizaje, aceleración y desaceleración, aumento en la fuerza como cuádriceps, isquiosurales, aductores, abductores generando adaptaciones a la carga y fatiga muscular^(26, 40-43).

En el presente estudio se evidencio que un circuito de prevención de lesiones enfocado en el aumento de la fuerza muscular tiene resultados significativos en valores de fuerza de la cadena anterior y posterior en jugadoras de fútbol profesional que durante su periodo competitivo mejoraron niveles de fuerza iniciales basados en la monitorización constante del trabajo de prevención de lesiones como pilar central del proceso de aumento en el rendimiento físico de jugadoras profesionales. El proceso de monitorización se debe convertir en el pilar de inicio de todo proceso de entrenamiento preventivo para obtener datos objetivos que se cuantifiquen y ayuden a mejorar procesos específicos en los equipos profesionales.

Se deben continuar haciendo estudios a nivel mundial para determinar la eficiencia de la tecnología isoinercial con equipos de fútbol a nivel profesional, aumentando la muestra para poder crear protocolos estandarizados de aplicación como principal metodología en el aumento de fuerza muscular y prevención de lesiones deportivas. Es por esto que, la investigación debe ser un pilar fundamental dentro de los cuerpos médicos de equipos de alto rendimiento con el fin de generar conocimiento y construir nuevas tendencias en rehabilitación y entrenamiento permitiendo la creación de perfiles de rendimiento de distintas habilidades para las diferentes disciplinas deportivas en el mundo.

■ LIMITACIONES Y CAMINOS FUTUROS

Para el fútbol profesional femenino, el desarrollo de circuitos preventivos que incluyan ejercicios de tipo excéntrico y sobrecarga excéntrica tiene efectos significativos en la fuerza muscular de la cadena anterior y posterior. El proceso de monitorización es de vital



importancia debido a que permite evaluar los protocolos utilizados en el alto rendimiento deportivo y determinar la efectividad de los mismos mediante la utilización de tecnología específica⁽⁴⁴⁾. De igual manera, el entrenamiento de la fuerza como pilar fundamental del desarrollo físico permitirá mejorar la mecánica de movimiento en habilidades específicas tales como el cambio de dirección, aceleración y salto condicionando respuestas específicas al entorno deportivo de las jugadoras en situaciones reales de juego^(45, 46).

■ CONCLUSIONES

El entrenamiento preventivo de fuerza enfocado en musculatura de cadenas anterior y posterior tiene efectos significativos en variables como fuerza y potencia muscular en jugadoras profesionales de fútbol. En el presente estudio, las variables de fuerza medida en watts para la cadena muscular anterior, la fuerza de isquiosurales para cadena posterior medida en newton y el salto medido en centímetros aumentaron de forma significativa. Se deben realizar más investigaciones con el fin de determinar la efectividad de este tipo de entrenamiento a mayor tiempo de exposición y en mayor población. Sin embargo, el estudio arrojó resultados positivos sobre la importancia de la implementación de trabajos de fuerza en futbolistas profesionales femeninas.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hoff J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. *J Sports Sci.* 2005;23(6):573-82.
2. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med.* 2005;35(6):501-36.
3. Del Coso J, Herrero H, Salinero JJ. Injuries in Spanish female soccer players. *J Sport Health Sci.* 2018;7(2):183-90.
4. Sentsomedi KR, Puckree T. Epidemiology of injuries in female high school soccer players. *Afr Health Sci.* 2016;16(1):298-305.
5. Ristolainen L, Heinonen A, Waller B, Kujala UM, Kettunen JA. Gender differences in sport injury risk and types of injuries: a retrospective twelve-month study on cross-country skiers, swimmers, long-distance runners and soccer players. *J Sports Sci Med.* 2009;8(3):443-51.
6. Junge A, Dvorak J. Injuries in female football players in top-level international tournaments. *British journal of sports medicine.* 2007;41(suppl 1):i3-i7.
7. Grimm, Junge A, Dvorak J. Health and Fitness for the Female Football Player: A guide for players and coaches. Zurich: FIFA. 2011.



8. Hagglund M, Walden M. Risk factors for acute knee injury in female youth football. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(3):737-46.
9. Sugimoto D, Mattacola CG, Bush HM, Thomas SM, Foss KD, Myer GD, et al. Preventive Neuromuscular Training for Young Female Athletes: Comparison of Coach and Athlete Compliance Rates. *J Athl Train.* 2017;52(1):58-64.
10. Datson N, Hulton A, Andersson H, Lewis T, Weston M, Drust B, et al. Applied physiology of female soccer: an update. *Sports Med.* 2014;44(9):1225-40.
11. Grimm K, Junge A, Dvorak J. Health and Fitness for the Female Football Player: A guide for players and coaches. Zurich: FIFA. 2011.
12. Dos Santos Andrade M, Mascarin NC, Foster R, de Jarmy di Bella ZI, Vancini RL, Barbosa de Lira CA. Is muscular strength balance influenced by menstrual cycle in female soccer players? *J Sports Med Phys Fitness.* 2017;57(6):859-64.
13. Mantilla JIA. Construyendo un marco en el desarrollo y creación de circuitos funcionales en el deporte de alto rendimiento una visión desde la fisioterapia: un estudio de reflexión. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.* 2020;9(3):74-90.
14. Prieto YHH, García J. Efectos de un entrenamiento específico de potencia aplicado a futbolistas juveniles para la mejora de la velocidad lineal. *European Journal of Human Movement.* 2012(28):125-44.
15. Prieto-Mondragón LdP, Camargo-Rojas DA, Quiceno CA. Isoinertial technology for rehabilitation and prevention of muscle injuries of soccer players: literature review. *Revista de la Facultad de Medicina.* 2016;64(3):543-50.
16. Suarez-Arrones L, de Villarreal ES, Núñez FJ, Di Salvo V, Petri C, Buccolini A, et al. In-season eccentric-overload training in elite soccer players: Effects on body composition, strength and sprint performance. *PloS one.* 2018;13(10):e0205332.
17. Mancera-Soto ÉM, Páez AM, Meneses M, Avellaneda P, Cortés SL, Quiceno-Noguera C, et al. Effectiveness of a Nordic training protocol on muscle power in soccer players of Club Deportivo la Equidad Seguros. *Revista de la Facultad de Medicina.* 2016;64:17-24.
18. Del Castillo Londoño DF. Efecto de un programa de entrenamiento isoinercial sobre la potencia muscular en jugadores de fútbol de la categoría sub 20 del Club Deportivo La Equidad Seguros: Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.
19. Gonzalo-Skok O, Tous-Fajardo J, Suarez-Arrones L, Arjol-Serrano JL, Casajús JA, Mendez-Villanueva A. Single-leg power output and between-limbs imbalances in team-sport players: Unilateral versus bilateral combined resistance training. *International journal of sports physiology and performance.* 2017;12(1):106-14.



20. Suarez-Arrones L, Gonzalo-Skok O, Carrasquilla I, Asián-Clemente J, Santalla A, Lara-Lopez P, et al. Relationships between change of direction, sprint, jump, and squat power performance. *Sports*. 2020;8(3):38.
21. Tous-Fajardo J, Gonzalo-Skok O, Arjol-Serrano JL, Tesch P. Enhancing change-of-direction speed in soccer players by functional inertial eccentric overload and vibration training. *International journal of sports physiology and performance*. 2016;11(1):66-73.
22. Tous-Fajardo J, Gonzalo-Skok O, Arjol-Serrano JL, Tesch P. Enhancing Change-of-Direction Speed in Soccer Players by Functional Inertial Eccentric Overload and Vibration Training. *Int J Sports Physiol Perform*. 2016;11(1):66-73.
23. Timmins RG, Ruddy JD, Presland J, Maniar N, Shield AJ, Williams MD, et al. Architectural Changes of the Biceps Femoris Long Head after Concentric or Eccentric Training. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(3):499-508.
24. Gamez Araguez F. Efectos del Entrenamiento Isoinercial en la Prevención y Recuperación de Lesiones Músculo-Tendinosas. 2017.
25. Nunez FJ, Santalla A, Carrasquilla I, Asian JA, Reina JI, Suarez-Arrones LJ. The effects of unilateral and bilateral eccentric overload training on hypertrophy, muscle power and COD performance, and its determinants, in team sport players. *PLoS One*. 2018;13(3):e0193841.
26. Rodriguez C, Echegoyen S, Aoyama T. The effects of “Prevent Injury and Enhance Performance Program” in a female soccer team. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58(5):659-63.
27. Jones PA, Thomas C, Dos’Santos T, McMahon JJ, Graham-Smith P. The Role of Eccentric Strength in 180 degrees Turns in Female Soccer Players. *Sports (Basel)*. 2017;5(2).
28. Gonzalo-Skok O, Tous-Fajardo J, Valero-Campo C, Berzosa C, Bataller AV, Arjol-Serrano JL, et al. Eccentric-Overload Training in Team-Sport Functional Performance: Constant Bilateral Vertical Versus Variable Unilateral Multidirectional Movements. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;12(7):951-8.
29. Aranda LMM, Gonzalo RF. Comparación de dos dispositivos de medición de potencia y trabajo durante ejercicio de fuerza con tecnología inercial flywheel. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*. 2016(29):144-8.
30. Smith N, Franettovich-Smith M, Hides J. Relationship between muscle volume and eccentric hamstring strength in elite Australian Rules football players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2018;21:S35.
31. Timmins R, Filopoulos D, Ruddy J, Maniar N, Hickey J, Giannakis J, et al. Eccentric hamstring training in elite AFL athletes promotes improvements in lower limb strength. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2018;21:S35.



32. Andrade DC, Henriquez-Olguín C, Beltrán AR, Ramírez MA, Labarca C, Cornejo M, et al. Effects of general, specific and combined warm-up on explosive muscular performance. *Biol Sport*. 2015;32(2):123-8.
33. Sansonio de Morais A, Ferreira GA, Lima-Silva AE, Gomes Filho A. Gender-related cardiac dimension differences between female and male professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58(9):1354-9.
34. Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013;21(1):41-50.
35. Larruskain J, Lekue JA, Diaz N, Odriozola A, Gil SM. A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. *Scand J Med Sci Sports*. 2018;28(1):237-45.
36. Cross KM, Gurka KK, Saliba S, Conaway M, Hertel J. Comparison of Thigh Muscle Strain Occurrence and Injury Patterns Between Male and Female High School Soccer Athletes. *J Sport Rehabil*. 2018;27(5):451-9.
37. Ness BM, Comstock BA, Schweinle WE. Changes in dynamic balance and hip strength after an eight-week conditioning program in NCAA Division I female soccer (football) athletes. *Int J Sports Phys Ther*. 2016;11(7):1054-64.
38. Vargas VZ, Motta C, Peres B, Vancini RL, Andre Barbosa De Lira C, Andrade MS. Knee isokinetic muscle strength and balance ratio in female soccer players of different age groups: a cross-sectional study. *Phys Sportsmed*. 2019:1-5.
39. Delextrat A, Piquet J, Matthews MJ, Cohen DD. Strength-Endurance Training Reduces the Hamstrings Strength Decline Following Simulated Football Competition in Female Players. *Front Physiol*. 2018;9:1059.
40. Grimm NL, Jacobs JC, Jr., Kim J, Denney BS, Shea KG. Anterior Cruciate Ligament and Knee Injury Prevention Programs for Soccer Players: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2015;43(8):2049-56.
41. Zebis MK, Andersen LL, Brandt M, Myklebust G, Bencke J, Lauridsen HB, et al. Effects of evidence-based prevention training on neuromuscular and biomechanical risk factors for ACL injury in adolescent female athletes: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*. 2016;50(9):552-7.
42. Thompson JA, Tran AA, Gatewood CT, Shultz R, Silder A, Delp SL, et al. Biomechanical Effects of an Injury Prevention Program in Preadolescent Female Soccer Athletes. *Am J Sports Med*. 2017;45(2):294-301.
43. De Ste Croix M, Hughes J, Ayala F, Taylor L, Datson N. Efficacy of Injury Prevention Training Is Greater for High-Risk vs Low-Risk Elite Female Youth Soccer Players. *Am J Sports Med*. 2018;46(13):3271-80.



44. Quiceno C, Mantilla JIA, Samudio MA, del Castillo D. Perfil de la potencia muscular en la cadena anterior en futbolistas de la liga profesional colombiana medido mediante tecnología smartcoach. Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 2020;9(2):47-60.
45. Hernández-García R, Aparicio-Sarmiento A, Cejudo A, Robles-Palazón F, de Baranda PS. Valoración funcional básica y recomendaciones para reducir el riesgo de lesión en jugadoras de fútbol. Journal of Sport and Health Research. 2020;12.
46. Hernández-García R, Aparicio-Sarmiento A, Palao JM, de Baranda PS. Influencia de las lesiones previas en los patrones fundamentales del movimiento en jugadoras profesionales de fútbol. [Influence of previous injuries on fundamental movement patterns in professional female soccer players]. RICYDE Revista Internacional de Ciencias del Deporte doi: 105232/ricyde. 2020;16(60):214-35.