

Universidad San Jorge
Facultad de Ciencias de la Salud
Grado de Fisioterapia

Proyecto Final

**Efecto de un programa de entrenamiento
neuromuscular en la reducción de asimetrías
del miembro inferior en jugadoras de fútbol
sala femenino.**

Autor del proyecto: Marta García Robles.
Director del proyecto: Antonio Cartón Llorente.
Zaragoza, 19 de mayo de 2023.



Este trabajo constituye parte de mi candidatura para la obtención del título de Grado en Fisioterapia de la Universidad San Jorge y no ha sido entregado previamente (o simultáneamente) para la obtención de cualquier otro título.

Este documento es el resultado de mi propio trabajo, excepto donde de otra manera esté indicado y referido.

Doy mi consentimiento para que se archive este trabajo en la biblioteca universitaria de la Universidad San Jorge, donde se puede facilitar su consulta.

Firma:



Fecha:

19 de mayo de 2023

Agradecimientos:

En primer lugar, me gustaría agradecer a todos los profesores que me han ayudado durante todos estos años de universidad. De cada uno me llevo un gran aprendizaje. En especial a Toño, por acompañarme en todo el proceso de este trabajo y guiarme en todo momento.

A mis compañeros de la universidad, por hacer todos estos años especiales y acompañarme tanto en los buenos como en los malos momentos.

Y en especial a mi familia, por permitirme formarme en lo que me gusta y apoyarme en cada decisión que he tomado. Sin su apoyo esto no hubiese sido posible.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	7
1. JUSTIFICACIÓN.....	9
2. HIPÓTESIS.....	10
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	10
3.1. <i>Objetivo principal.....</i>	<i>10</i>
3.2. <i>Objetivos específicos.....</i>	<i>10</i>
4. METODOLOGÍA.....	10
4.1. <i>Diseño de estudio.....</i>	<i>10</i>
4.2. <i>Aspectos éticos.....</i>	<i>12</i>
4.3. <i>Participantes.....</i>	<i>12</i>
4.4. <i>Diseño experimental.....</i>	<i>13</i>
4.5. <i>Variables del estudio.....</i>	<i>13</i>
4.6. <i>Programa de intervención.....</i>	<i>14</i>
4.7. <i>Análisis estadístico.....</i>	<i>15</i>
6. RESULTADOS.....	15
7. DISCUSION.....	17
8. CONCLUSIÓN.....	21
9. BIBLIOGRAFÍA.....	22

Resumen:

Introducción y justificación: El fútbol sala se caracteriza por acciones de alta velocidad que requieren de un gran control neuromuscular para elevar el rendimiento y evitar lesiones. Estas afectan más a miembros inferiores y al sexo femenino, siendo muchas de ellas sin contacto. Pese a las ventajas competitivas de manejar ambas piernas, la lateralidad o simple preferencia de las jugadoras puede acrecentar las diferencias funcionales entre extremidades. De hecho, estas asimetrías se relacionan con el riesgo de lesiones y se utilizan como criterio para la vuelta a la competición tras ellas. Por ello, el objetivo de este estudio es valorar el efecto de un entrenamiento neuromuscular, integrado como parte principal del entrenamiento, sobre las asimetrías funcionales del miembro inferior en jugadoras semiprofesionales.

Diseño: ensayo clínico controlado.

Metodología: 18 jugadoras semiprofesionales (edad 23.28 ± 3.17 ; altura 165.44 ± 6.05 ; peso 62.17 ± 7.93) fueron asignadas al grupo control ($n=9$) si pertenecían al equipo FSF Cesaraugusta, o al grupo experimental ($n=9$) si provenían de Intersala10. Se realizó una evaluación inicial y final donde se evaluó la altura y longitud del salto vertical y monopodal, dorsiflexión de tobillo, velocidad lineal en 10m y 20m y el test 505 cambio de dirección. Se implementó durante dos meses un programa de entrenamiento neuromuscular compuesto de tres sesiones semanales destinadas al trabajo de movilidad, fuerza, pliometría/cambio de dirección y estabilización lumbopélvica y core.

Resultados: tras la intervención, el grupo experimental logró la reducción de asimetrías funcionales en tareas de salto vertical ($p=0.002$; ES=1.5) y horizontal ($p=0.008$; ES=1.6) y mejoró el rendimiento de las jugadoras en acciones como el cambio de dirección, especialmente en la pierna no dominante ($p=0.003$; ES=1.9).

Conclusión: un programa de entrenamiento neuromuscular de ocho semanas parece ser un estímulo suficiente para la mejora significativa en tareas de salto y cambio de dirección, minimizándose el índice de asimetría. La implementación de programas individualizados para la reducción de asimetrías funcionales en jugadoras podría ser una estrategia interesante para optimizar el rendimiento y limitar los riesgos de lesión y recaída.

Palabras clave: dominancia de extremidades, prevención de lesiones, futsal, lesiones sin contacto, test funcionales.

Abstract:

Introduction and justification: indoor football is characterised by high-speed actions that require great neuromuscular control to raise performance and avoid injuries. These injuries affect more the lower limbs and the female sex, many of them being non-contact. Despite the competitive advantages of handling both legs, the laterality or simple preference of the players may increase the functional differences between limbs. In fact, these asymmetries are related to the risk of injury and are used as a criterion for returning to competition after injury. Therefore, the aim of this study is to assess the effect of neuromuscular training, integrated as a main part of training, on functional asymmetries of the lower limb in semi-professional players.

Design: controlled clinical trial.

Methodology: 18 semi-professional female players (age 23.28 ± 3.17 ; height 165.44 ± 6.05 ; weight 62.17 ± 7.93) were assigned to the control group ($n=9$) if they belonged to the FSF Cesaraugusta team, or to the experimental group ($n=9$) if they came from Intersala10. An initial and final evaluation was carried out to assess the height and length of the vertical and monopodal jump, ankle dorsiflexion, linear speed over 10m and 20m and the 505 change of direction test. A neuromuscular training programme was implemented for two months, consisting of three weekly sessions for mobility, strength, plyometrics/change of direction and lumbopelvic and core stabilisation.

Results: after the intervention, the experimental group achieved the reduction of functional asymmetries in vertical ($p=0.002$; $ES=1.5$) and horizontal jumping tasks ($p=0.008$; $ES=1.6$) and improved the players' performance in actions such as change of direction, especially in the non-dominant leg ($p=0.003$; $ES=1.9$).

Conclusion: an eight-week neuromuscular training programme seems to be a sufficient stimulus for significant improvement in jumping and change of direction tasks, minimising the asymmetry index. The implementation of individualised programmes for the reduction of functional asymmetries in female players could be an interesting strategy to optimise performance and limit the risks of injury and relapse.

Keywords: limb dominance, injury prevention, futsal, non-contact injuries, functional tests.

Nombre estudiante: MARTA GARCÍA ROBLES

Titulación: GRADO DE FISIOTERAPIA

Curso académico: 2022-2023

TÍTULO DEL PROYECTO:

Efecto de un programa de entrenamiento neuromuscular en la reducción de asimetrías del miembro inferior en jugadoras de fútbol sala femenino.

1. INTRODUCCIÓN.

El fútbol sala femenino, a día de hoy, está sufriendo un crecimiento exponencial en cuanto a su participación. Aunque encontramos que la sección femenina aún no llega a alcanzar los números de la masculina, en los últimos años podemos observar como el número de licencias va aumentando. Según la Real Federación Española de Fútbol en España se cuenta con un total de 82.407 licencias de fútbol sala femenino. Aragón se sitúa como la sexta comunidad con más licencias en el fútbol sala español con un total de 4567, aumentando casi en un 50% respecto a otros años (1).

El crecimiento de licencias y el proceso de profesionalización que se está produciendo ha ido de la mano de un consecuente endurecimiento del requerimiento físico de las jugadoras, exigiendo la necesidad de implementar nuevos servicios como son la prevención, rehabilitación y readaptación de las lesiones. Además, el crecimiento en el número de personas que lo practican provoca que también se esté dando un aumento del número de lesiones. De hecho, el número de lesiones por hora de juego es superior al del fútbol (2).

Si analizamos el fútbol sala, vemos que es un deporte de carreras múltiples con un elevado nivel de intensidad y donde se están produciendo cambios de ritmo cada 3.3 segundos de media, a los cuales les tenemos que sumar la alta capacidad técnica que se requiere (3). Además, podemos decir que se trata de un deporte más intenso que el fútbol, debido a que el 26% del partido se juega a alta intensidad, por encima de las demandas del fútbol (4). Y donde observamos que determinadas acciones como son las frenadas, aceleraciones, golpes y cambios de dirección obtienen un alto nivel de importancia ya que son las más habituales en este deporte (5).

Dado el marcado carácter unilateral de las frenadas, goleos y cambios de dirección característicos del fútbol sala, es habitual encontrar ciertas diferencias funcionales y de fuerza

entre la pierna dominante (PD) (típicamente la pierna más hábil y fuerte) y la no dominante (PND) (6,7). La dominancia entre extremidades, se define como un desequilibrio en la coordinación, la fuerza y el control entre ambas, es por ello, que la asimetría en la pierna no dominante supone un esfuerzo adicional, siendo más susceptible de lesión (8). En este deporte las acciones técnicas como chutar o controlar el balón se suelen ejecutar con la PD, mientras que la PND se utiliza más a menudo para estabilizar el cuerpo. Por lo tanto, esta diferencia de funciones también podría contribuir a la probabilidad de desarrollar asimetrías entre extremidades (9). Además, contamos con que estas se asocian con un mayor riesgo de lesión (10,11) ya que algunos estudios han observado que cuanta más asimetría entre extremidades y menor forma física, hay una mayor predisposición a sufrir lesiones (12). También nos indican si la jugadora está en condiciones óptimas para competir o volver a jugar tras una lesión, ya que una diferencia mayor del 10% entre ambas extremidades aumenta el riesgo de lesión o de recidiva (13).

En el fútbol sala aproximadamente el 85% de las lesiones afectan a la extremidad inferior (3). Existiendo mayor incidencia en el género femenino, con un valor de 2.8 y cuya causa más frecuente es un fallo en el patrón de activación neuromuscular; frente al masculino donde es de 3.1 y suele producirse por mecanismos directos (2). Analizando la incidencia lesional en el fútbol sala femenino (3), las lesiones que más reinciden son las musculares o tendinosas presentando un índice de 4.95 por 1000h de exposición y donde la musculatura isquiotibial es la que más prevalece (1.80 por 1000h con una pérdida de 14.4 días por cada 1000h), siguiéndole la musculatura del cuádriceps (1.57 por 1000h con una pérdida de 15.3 días por 1000h). Tras estas, se encuentran las lesiones articulares y ligamentosas con un índice de 1.35 por 1000h y donde observamos una prevalencia del 23% tanto para tobillo como para rodilla; siendo el 34.6% lesiones ligamentosas. Es en la rodilla es donde encontramos mayor diferencia entre sexos y donde se destaca un mayor periodo de baja deportiva en mujeres (2,4,14).

Al ser un deporte de alta intensidad compuesto por numerosas acciones que requieren una alta demanda física encontramos que las lesiones sin contacto adquieren una elevada importancia ya que estas se suelen dar en acciones de estabilización a máxima velocidad, como son los aterrizajes, cambios de dirección o frenadas bruscas. Donde solemos ver que se produce un fallo en la coordinación motriz de la jugadora, por lo que se necesita de un buen control motor y un patrón de activación neuromuscular lo más óptimo posible para poder prevenir este fallo (15,16). Es por ello, que una alteración en el control neuromuscular provocado por las asimetrías entre extremidades se señala como un mecanismo clave en las lesiones ligamentosas en la extremidad inferior (17,18). Algunos de los principales desequilibrios neuromusculares que suponen un factor de riesgo de lesión sin contacto son, la dominancia de fuerza del cuádriceps frente a los isquiotibiales, un mayor valgo dinámico de rodilla, inclinación homolateral del tronco por déficit

de fuerza del glúteo medio y el pelvic drop contralateral (19). Por lo que es necesario contar con métodos que nos ayuden a valorar a nuestras jugadoras, como son los "hop test" que nos permiten valorar el índice de asimetrías entre extremidades y la fuerza ya que demandan de potencia muscular, estabilidad y coordinación neuromuscular para una correcta ejecución (20,21). El salto vertical monopodal también nos permite valorar la potencia de salto y la diferencia de fuerza entre ambas piernas por lo que nos permite evaluar el riesgo de lesión y la capacidad funcional (22). Otra manera de valorar asimetrías es a través del cambio de dirección (COD), mediante el test 505 COD, podemos observar la habilidad para girar 180° con cada extremidad, acción de gran importancia en el fútbol sala (23). Donde podemos encontrar mayor dominancia en una dirección consecuencia de la asimetría natural de los deportes multidireccionales (24). Por último, podemos valorar la dorsiflexión de tobillo ya que una restricción de rango de movimiento (ROM) provoca un desplazamiento de la rodilla a valgo añadiendo más carga en las estructuras ligamentosas y por lo tanto, aumentando el riesgo de lesión sin contacto (25).

En los últimos años, se han publicado distintos programas de calentamiento con el objetivo de disminuir esta incidencia lesional basándose en los principales factores de riesgo identificados (26), como el FIFA 11+, Harmoknee, "Knee Injury Prevention Program (KIPP), Knäkontroll o el "Prevent injury and Enhance Performance (PEP). Además, algunos de ellos se ha mostrado eficaz para reducir las asimetrías en fútbol (27), y otras intervenciones basadas específicamente en el entrenamiento pliométrico y de fuerza también han logrado la reducción de las asimetrías como factor predisponente a las lesiones (28). Pese a ello, no encontramos programas basados en el paradigma de entrenamiento neuromuscular que se centren en el fútbol sala femenino, y los que provienen del fútbol forman parte del calentamiento, por lo que el objetivo del presente estudio es valorar el efecto de un programa neuromuscular integrado como parte principal del entrenamiento sobre las asimetrías funcionales del miembro inferior de jugadoras de fútbol sala semiprofesionales.

1. JUSTIFICACIÓN.

Debido a la alta incidencia lesional de lesiones sin contacto, especialmente LCA, que aparece en el fútbol sala femenino se justifica la necesidad de comprobar si un programa de entrenamiento neuromuscular basado en los principales riesgos modificables como son la estabilización lumbopélvica, el control del pelvic drop y el reforzamiento de los abductores y rotadores externos de la cadera; son eficaces en la prevención y disminución de asimetrías funcionales entre ambas piernas.

Además, apenas hay estudios que incluyan en sus protocolos de prevención de lesiones el trabajo específico de fortalecimiento de los músculos abductores y rotadores externos de la

cadere. Es por ello que las últimas investigaciones que estudian la biomecánica de la estabilización de la extremidad inferior reflejan la necesidad de crear programas de entrenamiento que busquen corregir los patrones de riesgo modificables, justificando la necesidad de diseñar e implementar un programa que corrija la posición de no retorno de las jugadoras que suele causar el mecanismo de lesión sin contacto. Siendo también particularmente relevante en el caso del fútbol sala femenino ya que nos encontramos con un elevado número de lesiones de este tipo y que suponen un gran tiempo de baja deportiva.

2. HIPÓTESIS.

El uso de un programa que basado en la estabilización lumbopélvica, el control del valgo dinámico de rodilla y el fortalecimiento de la musculatura de la región de la cadera, reduce las asimetrías entre miembros inferiores en saltos y cambios de dirección de las jugadoras de fútbol sala semiprofesionales.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

3.1. Objetivo principal.

El objetivo principal de este estudio es valorar si un programa de entrenamiento neuromuscular de 8 semanas ayuda a disminuir las asimetrías en salto vertical monopodal entre las extremidades inferiores de las jugadoras de fútbol sala semiprofesionales.

3.2. Objetivos específicos.

- Valorar si un programa de entrenamiento neuromuscular de 8 semanas reduce la asimetría en el salto horizontal monopodal (hop test) entre las extremidades inferiores de las jugadoras de fútbol sala semiprofesionales.
- Valorar si la ejecución de un programa de entrenamiento neuromuscular de 8 semanas disminuye la asimetría en el cambio de dirección en las jugadoras de fútbol sala semiprofesionales.
- Valorar si la ejecución de un programa de entrenamiento neuromuscular de 8 semanas mejora la dorsiflexión de tobillo en jugadoras de fútbol sala semiprofesionales.
- Valorar si la aplicación de un programa de entrenamiento neuromuscular de 8 semanas mejora el rendimiento en sprint en jugadoras de fútbol sala femenino semiprofesionales.

4. METODOLOGÍA

4.1. Diseño de estudio.

Para poder alcanzar el objetivo de este estudio se llevó a cabo un ensayo clínico controlado (Figura 1), ya que no se realizó aleatorización debido a que se estableció colaboración con dos clubs de fútbol sala femenino militantes en segunda división nacional. Se utilizó una razón de

asignación de [1,1] en dos grupos, grupo intervención, Intersala10 y grupo control, FSF Cesaraugusta. Al seleccionar ambos equipos se tuvo en cuenta que ambos tenían el mismo perfil de categoría, así como las mismas aspiraciones respecto a la competición y misma rutina de entrenamientos. El programa de entrenamiento neuromuscular se implementó en el club Intersala10, siendo el grupo experimental. El Cesaraugusta FSF fue el grupo control, por lo que solo se le pasaron las mediciones pre y post intervención; y el cual durante el periodo de intervención siguió llevando a cabo su propia preparación física planificada previamente al inicio del estudio, sin haber recibido instrucciones previas. La investigación se desarrolló en el Pabellón Deportivo Municipal "La Granja".

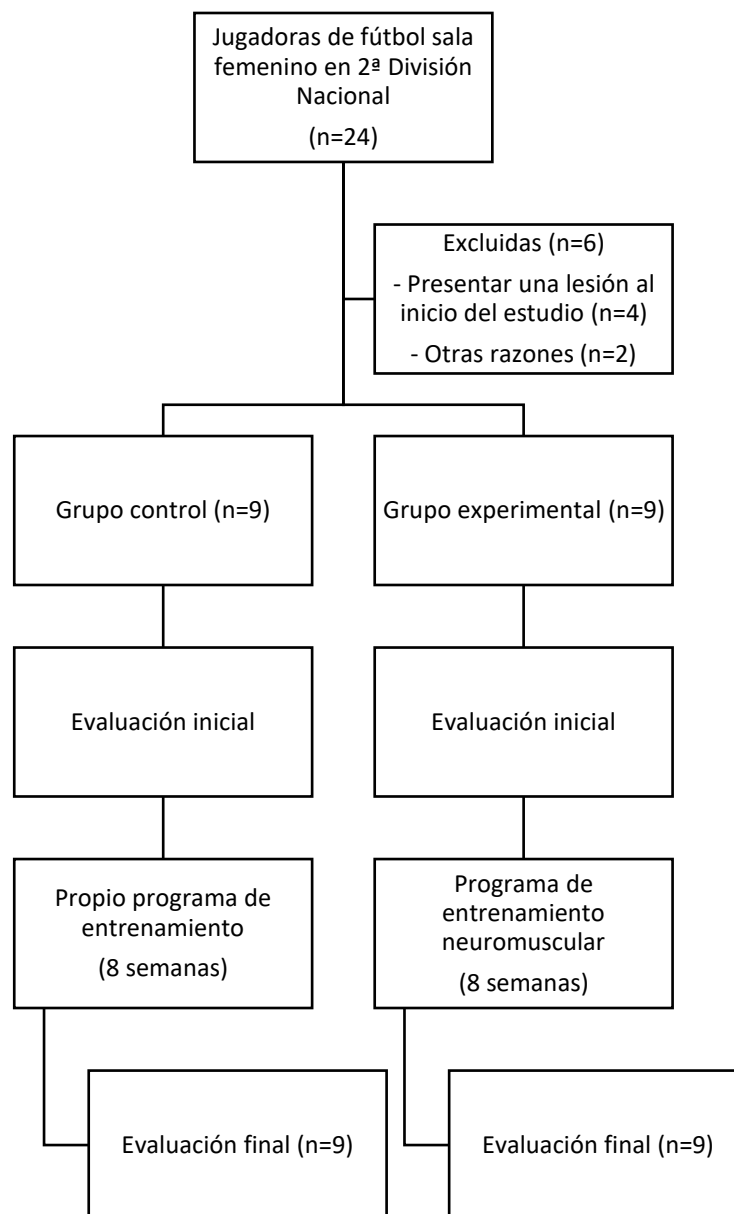


Figura 1. Diagrama de flujo de los participantes.

4.2. Aspectos éticos.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad San Jorge. Tras la lectura de la hoja de información, todas las participantes dieron su aprobación mediante la firma del consentimiento informado, los cuales fueron conservados por la investigadora principal del estudio. Además, se garantizó que todas las participantes recibiesen información del estudio completa y adecuada, así como se les hizo conocedoras de la posibilidad de retirarse en cualquier momento del estudio. Por otro lado, la información sobre los datos personales, la valoración y los resultados fueron utilizados únicamente con fines de investigación, llevando de esta manera una protección de datos de carácter personal y siendo conservados únicamente por la investigadora principal.

4.3. Participantes.

Este trabajo es un estudio piloto de un futuro proyecto de investigación. Para el cálculo del tamaño muestral se han tomado los datos de fiabilidad test-re-test de nuestra variable principal, realizado previamente por Mainer Pardos et al. (29) en una muestra comparable. Considerando la desviación estándar de la media para el salto vertical monopodal y tomando como tamaño del efecto deseado 0.2 (30), el tamaño de la muestra requerida para una potencia de 0.8 y un nivel de significación de 0.05 sería de 68 jugadoras en total. Finalmente se seleccionó una muestra por conveniencia de $n=18$.

La población de estudio fueron jugadoras de fútbol sala federadas en la Real Federación Española de Fútbol, de carácter semiprofesional, y cuyos equipos militaban en la Segunda División Nacional. La selección de la muestra se realizó por conveniencia, siendo determinado por el número de jugadoras que cumplían los criterios de inclusión que se detallan a continuación.

Criterios de inclusión.

- Militar en un equipo federado e inscrito en una liga federada.
- Tener licencia federativa en vigor.
- Ser mayor de edad.
- Entrenar un mínimo de 4 horas a la semana.
- Firmar el consentimiento informado.

Criterios de exclusión.

- Presentar alguna lesión en la extremidad inferior en el momento del inicio del estudio.
- No tener disponibilidad horaria para llevar a cabo un periodo de intervención.

4.4. Diseño experimental

Las jugadoras fueron evaluadas por la misma evaluadora tanto en febrero como en marzo de 2023; realizando dichas evaluaciones tanto al grupo control como al grupo intervención en el mismo lugar y previo al entrenamiento de cada equipo. La intervención tuvo lugar durante el periodo comprendido entre ambos puntos de evaluación. El protocolo de intervención consistía en tres sesiones semanales de entrenamiento neuromuscular. Mientras que el grupo control siguió con su programa de entrenamiento normal comprendido en tres sesiones de entrenamiento, todas ellas en pista y las cuales no estaban dirigidas principalmente hacia el fortalecimiento muscular.

4.5. Variables del estudio.

Para evaluar el riesgo de lesión de las jugadoras y su condición física se llevó a cabo una batería de test. Cabe destacar que para valorar las asimetrías de cada deportista entre la pierna dominante y la no dominante se llevó a cabo la fórmula propuesta por Impellizzeri y Cols (2007) la cual es la siguiente: $((\text{pierna dominante} - \text{pierna no dominante}) / \text{pierna dominante}) * 100$; conociendo de esta manera el porcentaje de diferencia entre ambas extremidades. Se estableció como dominante a la pierna de preferencia para golpear a portería, siendo la pierna derecha la mayor dominante ya que en este estudio solo hubo dos zurdas, una en cada grupo del estudio (6).

4.5.1. Hop test.

Como hemos dicho previamente, esta batería de saltos permite valorar el índice de simetría entre la PD y la PND, ya que los estudios recomiendan tener una simetría mayor del 90% para disminuir el riesgo de lesión (13). La prueba que se eligió fue el "Single hop test" en el cual desde un apoyo unipodal realizamos un salto horizontal donde caemos con la misma pierna manteniendo la posición de aterrizaje durante 2"-3"y cuantificamos la distancia alcanzada mediante cinta métrica (cm) (20). Se realizó dos veces con cada pierna, con al menos 45" de recuperación pasiva entre salto, registrando la mayor distancia conseguida.

4.5.2. Salto vertical (CMJ) monopodal.

Una de las pruebas más sensibles para identificar asimetrías entre piernas (22,27). A través de la aplicación de "My Jump" donde cada salto se grabó con un Iphone 12 mini en 240 fps, se recogió la capacidad de salto vertical a una pierna con las manos en las caderas que presentaban las jugadoras. La prueba se repitió dos veces para cada extremidad dejando un periodo de recuperación pasiva entre salto de 45 segundos.

4.5.3. Dorsiflexión de tobillo.

Un rango de movimiento disminuido se relaciona con mayor riesgo de lesión (31). La jugadora se situó frente a una pared con una pierna adelantada, dejando unos 10 cm de distancia con la pared, posteriormente se inclinó hacia delante flexionando la rodilla sin que el talón se despegue del suelo. Se cuantificó el rango de movimiento del tobillo mediante el uso de inclinómetro digital.

4.5.4. Sprint 20 metros y 10 metros.

El tiempo se registró a través de un cronómetro. Cada deportista recorrió una distancia de 20 metros y de 10 metros a la mayor velocidad posible. Se realizó un total de dos veces cada distancia registrándose el mayor tiempo, descansando entre intentos al menos 2'.

4.5.5. Test 505 cambio de dirección (COD).

Este test ha demostrado ser fiable para medir el déficit en el cambio de dirección (32). Además, nos permite observar las diferencias que se producen cuando se realiza el cambio de sentido con la PD y PND (33). Se realizó una aceleración máxima de 10 metros preparándose para cambiar de sentido a los 15 metros para volver a pasar por el punto del metro 10. Durante la prueba se analizó el tiempo que tarda en recorrer desde que pasa por el metro 10 hasta que vuelve a pasar por este. Se realiza un total de dos veces y se registra el mejor tiempo, entre cada intento se descansa al menos 2'.

4.6. Programa de intervención.

Se procedió a la aplicación de un programa específico de entrenamiento neuromuscular durante los meses de febrero y marzo de 2023, el cual fue llevado por la investigadora principal. El diseño del programa de entrenamiento neuromuscular (Figura 2) incluía ejercicios de cuatro categorías diferentes: movilidad, fuerza, pliometría/COD y estabilización lumbopélvica y core. Todos ellos fueron repartidos durante tres sesiones semanales en las cuales se trabaja mediante un circuito de postas de 3-4 series, con una duración de 40" por ejercicio, 20" de descanso y 1' de descanso entre series.

Trabajo	Semana 1-2	Semana 3-4	Semana 5-6	Semana 7-8
Movilidad				
Fuerza				
Salto y cambios de dirección				
Estabilización lumbopélvica y core				

Figura 2. Protocolo de entrenamiento neuromuscular.

4.7. Análisis estadístico.

Los datos recogidos fueron analizados a través del programa IBM SPSS 25 y Microsoft Excel 365 para llevar a cabo un análisis estadístico. Se realizó un análisis descriptivo utilizando la media y la desviación estándar para las variables cuantitativas. También se realizó un análisis comparativo donde se utilizó la prueba de Shapiro Wilk para dilucidar entre el uso de estadística paramétrica o no paramétrica en el contraste de las variables. Se utilizó la prueba t para el análisis de muestras relacionadas, cuando la distribución de las variables resulto normal y la prueba de Wilcoxon en caso contrario. Se estableció un valor de significación estadística de $p < 0.05$. Para reforzar la significación estadística, se utilizó la d de Cohen para calcular el tamaño del efecto (ES), siendo interpretada de la siguiente manera: pequeña entre 0 y 0.49, moderada del 0.5 al 0.79, y grande si es > 0.8 (34).

6. RESULTADOS

Se reclutaron 18 jugadoras que se asignaron por conveniencia, grupo intervención $n=9$ y grupo control $n=9$. El análisis de las variables descriptivas se muestra en la Tabla 2. Se obtuvieron

diferencias significativas con $p=0.026$ en la edad, donde el grupo experimental presenta una media de 21.67 años por los 24.89 del grupo control.

Tabla 2. Datos descriptivos de las participantes.

Variable	Grupo Control n=9	Grupo Experimental n=9	<i>p</i>
	Media \pm SD	Media \pm SD	
Edad (años)	24.89 \pm 3.18	21.67 \pm 2.34	0.026*
Altura (cm)	165.11 \pm 5.11	165.78 \pm 7.17	0.82
Peso (kg)	62.78 \pm 5.77	62.06 \pm 10.02	0.95

SD: Desviación estándar; * $p<0.05$.

Los resultados del análisis de medias relacionadas se muestran en la tabla 3. El grupo control obtuvo mejoras significativas ($p<0.05$) en la PD en el hop test y CMJ monopodal, aunque el tamaño del efecto fue trivial en ambas ($d<0.19$). Mientras que el grupo experimental obtuvo mejoras significativas en la PD para todas las variables estudiadas con tamaños del efecto moderados (entre 0.2 y 0.9). Respecto a la PND el test 505 COD también presentó mejoras significativas con un tamaño del efecto moderado. En cuanto a las variables del sprint ambas mejoraron significativamente con tamaños del efecto moderados.

Tabla 3. Análisis de muestras relacionadas.

Variables	Grupo Control (n=9)				Grupo Experimental (n=9)			
	PRE	POST	<i>p</i>	ES	PRE	POST	<i>p</i>	ES
	Media \pm SD	Mean \pm SD			Media \pm SD	Mean \pm SD		
HT PD (cm)	115.67 \pm 17.46	116.56 \pm 16.85	0.035*	0.1	125.56 \pm 12.27	131.44 \pm 10.44	0.001*	0.5
HT PND (cm)	127.22 \pm 1.93	126.78 \pm 16.36	0.426	0	136.78 \pm 10.24	136.22 \pm 9.59	0.366	0.2
505 PD (s)	2.82 \pm 0.16	2.83 \pm 0.15	0.191	0.1	2.79 \pm 0.07	2.73 \pm 0.07	0.007*	0.9
505 PND (s)	2.85 \pm 0.13	2.83 \pm 0.13	0.071	0.1	2.86 \pm 0.08	2.71 \pm 0.09	0.003*	1.9
1L-CMJ PD (cm)	9.51 \pm 2.63	9.80 \pm 2.53	0.020*	0.1	9.96 \pm 2.19	11.18 \pm 2.11	0.003*	0.6
1L-CMJ PND (cm)	10.84 \pm 2.58	10.85 \pm 2.58	0.154	0	11.60 \pm 2.16	11.75 \pm 2.24	0.087	0.1
DF PD (°)	38.56 \pm 4.61	38.78 \pm 4.41	0.169	0	37.89 \pm 4.51	38.78 \pm 4.52	0.009*	0.2
DF PND (°)	40.11 \pm 4.7	40.22 \pm 4.65	0.347	0	41.33 \pm 5.43	41.67 \pm 4.89	0.195	0.1
20m sprint (s)	3.79 \pm 0.24	3.79 \pm 0.23	0.907	0	3.75 \pm 0.2	3.61 \pm 0.23	0.001*	0.7
10m sprint (s)	2 \pm 0.4	1.99 \pm 0.46	0.188	0	1.93 \pm 0.09	1.86 \pm 0.08	0.001*	0.7

PD: Pierna Dominante; PND: Pierna No Dominante; HT: Hop Test; 505: Test de cambio de dirección de 5m a 180°; 1L-CMJ: salto vertical monopodal con contramovimiento; DF: rango de dorsiflexión de tobillo; SD: Desviación estándar; ES: Tamaño del efecto; * $p<0.05$.

Los resultados de las variables de asimetrías, mediante contraste de medias relacionadas se presentan en la tabla 4. El grupo control mostró diferencias significativas en el hop test y en el CMJ monopodal con un tamaño del efecto moderado. Mientras que el grupo experimental

presento mejoras significativas con un tamaño del efecto moderado para el 505 COD y dorsiflexión de tobillo, y grande para el hop test y CMJ monopodal.

Tabla 4. Análisis de las asimetrías.

Variables	Grupo Control (n=9)					Grupo Experimental (n=9)				
	% PRE	% POST	%DIF	p	ES	% PRE	% POST	%DIF	p	ES
IA HT	10.33 ± 3.89	9.05 ± 3.08	1.28	0.013*	0.3	9.17 ± 3.33	3.70 ± 1.22	5.47	0.008*	1.6
IA 505	5.67 ± 2.35	5.42 ± 2.90	0.25	0.557	0.1	3.04 ± 1.47	2.03 ± 1.06	1.01	0.205	0.7
IA CMJ	15.22 ± 8.89	11.29 ± 5.48	3.93	0.030*	0.4	17.37 ± 7.95	5.14 ± 1.26	12.2	0.002*	1.5
IA DF	10.06 ± 4.82	9.65 ± 4.42	0.41	0.540	0.1	11.16 ± 7.06	8.21 ± 5.41	2.95	0.011*	0.4

IA: Índice de Asimetría (%); HT: Hop Test; 1L-CMJ: salto vertical monopodal; DF: dorsiflexión de tobillo; SD: Desviación estándar; *p<0.05.

7. DISCUSION

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar los efectos de un programa de entrenamiento neuromuscular sobre las asimetrías funcionales y el rendimiento en jugadoras de fútbol sala femenino semiprofesionales. Los principales hallazgos del estudio fueron que el programa de entrenamiento neuromuscular de 8 semanas redujo significativamente las asimetrías funcionales en tareas de saltos entre ambas extremidades inferiores, hop test y CMJ monopodal y también redujo la asimetría en el test de dorsiflexión. Por último, mejoró significativamente el rendimiento de las jugadoras en actividades de cambio de dirección, en ambas piernas; especialmente en la PND (ES: 1.9), así como en los test de sprint. Se obtuvo solamente una mejora significativa en el rendimiento de la PD en las tareas de salto y en el test de dorsiflexión.

Tras la intervención, podemos observar como las asimetrías entre extremidades de las jugadoras del grupo experimental se han reducido debido al efecto del programa de entrenamiento, consiguiendo mejoras significativas en el salto horizontal y vertical. Si lo comparamos con el programa FIFA 11+, compuesto por ejercicios dinámicos focalizados en factores de riesgo intrínsecos y modificables, y que ha demostrado mejoras en las tasas de reducción de lesiones (35); encontramos que el estudio de Pardos Mainer et al. (31) obtuvo una magnitud de cambio trivial (ES: 0.07) sin reportar diferencias significativas entre el grupo FIFA 11+ y el grupo control. En su estudio el programa se implementó dos veces por semana con una duración aproximada de 15 minutos, mientras que en este estudio el programa tuvo una duración total aproximada de una hora semanal. En nuestro estudio el haber aplicado el entrenamiento durante un mayor periodo de tiempo ha provocado que se hayan encontrado diferencias más grandes. Además, el estudio de Arundale et al. aplicó el programa FIFA 11+ en 48 jugadoras profesionales de primera y segunda división americana de fútbol sin obtener tampoco ningún resultado significativo sobre ninguna variable cinemática incluido el valgo dinámico, variables de

mayor relación de lesión sin contacto (36). Por lo tanto, el programa de entrenamiento neuromuscular diseñado a partir del análisis específico de los principales factores de riesgo modificables y establecido como parte principal del entrenamiento sería una mejor opción para el trabajo de prevención de lesiones. Ya que a diferencia de estudios de intervención con programas generales como el FIFA 11+ previos, reduce las asimetrías entre miembros en las variables funcionales (36).

Como explica Casamichana et al., una asimetría mayor del 10% se ha mostrado como factor de riesgo de sufrir lesiones sin contacto (13). Las jugadoras consiguieron al porcentaje de asimetría en ambas mediciones, encontramos que el grupo experimental consiguió reducir de manera más notoria el porcentaje de asimetría entre ambas piernas para todas las variables. Respecto a la dorsiflexión de tobillo se ha conseguido reducir significativamente los valores de asimetría entre miembros tras la aplicación del programa. Fong et al. explicó como un mayor rango de movimiento de flexión de rodilla y menores fuerzas de reacción del suelo durante un aterrizaje, atenúan el riesgo de lesión en la extremidad inferior por disminución de la carga del impacto (25). El hecho de que tras el programa de entrenamiento el grupo intervención reduzca la asimetría en este factor de riesgo y además incremente significativamente la dorsiflexión en la pierna dominante verifica la efectividad del programa en la disminución del riesgo de lesiones en el miembro inferior, consiguiendo el objetivo del estudio.

En el estudio, encontramos que la prueba 505 COD muestra una menor magnitud de asimetría en comparación con el CMJ monopodal, lo que concuerda con otras investigaciones (37,38). Además, el CMJ monopodal también mostró mayores asimetrías que el salto horizontal, tal y como se ha visto en estudios previos (22,27,39). Según diferentes investigaciones, el salto vertical parece ser más sensible a la hora de identificar asimetrías (27,39). Si comparamos este estudio ambos grupos obtuvieron mejoras estadísticamente significativas, sin embargo, el grupo control sufrió una mejora pequeña (ES: 0.4), mientras que el grupo experimental obtuvo una mejoría grande (ES: 1.5) en la disminución de asimetrías en el salto vertical monopodal. Los resultados obtenidos en este estudio y la literatura presente (28,40) nos hacen pensar que el trabajo de fuerza y pliometría junto al entrenamiento coordinativo unilateral parece ser eficaz para reducir las asimetrías y aumentar el rendimiento de las jugadoras de fútbol sala femenino.

Por último, se ha cumplido el objetivo general del estudio ya que en el salto vertical monopodal vemos como ambos grupos han conseguido diferencias significativas, pero presentando una mayor magnitud de cambio el grupo experimental (ES: 1.5) frente a al grupo control (ES: 0.4). Según Pardos Mainer et. (29) el coeficiente de variación oscila entre el 2% y el 2.8%, con al menos una diferencia de 0.62cm para que la mejora en el rendimiento sea significativa. En

nuestro estudio observamos que en el grupo experimental la PD varía un 10.9% entre la valoración inicial y la final por lo que el cambio se muestra significativo, tanto porque el tamaño del efecto (ES: 0.6) como porque se ha obtenido un coeficiente de variación (CV) mayor que el test. En cambio, en la PND el CV es de 1.3%, no encontrando diferencias significativas y con un tamaño del efecto trivial (ES: 0.1). El grupo experimental tuvo mayores mejoras en la PD ($p=0.003$ y ES: 0.6), sin embargo, el FIFA 11+ (31) presentó mejoras significativas en la pierna izquierda ($p=0.004$ y ES: 0.54) lo que sería considerada principalmente PND en este estudio y que podría tener relación con que las asimetrías rara vez favorecen al mismo lado en las pruebas de salto (39). Por otro lado, la media de la distancia alcanzada aumenta considerablemente hasta casi igualarse con la PND, por lo que el programa de entrenamiento aplicado puede ayudar a un mayor control neuromuscular que nos permita igual la diferencia entre extremidades y aumentar el rendimiento en el test de salto, tal y como indican otros autores donde también hablan de la importancia del trabajo pliométrico y unilateral para la reducción de asimetrías (40). Una mejora de la capacidad de salto vertical monopodal se relaciona con una mayor fuerza en extremidades inferiores, disminuyendo el riesgo de lesión (41). Además, también se relaciona con una mejora en el rendimiento del sprint y cambio de dirección (42). Por lo tanto, el programa cumple los objetivos de disminuir la asimetría entre extremidades, disminuyendo el riesgo de lesión.

En este estudio se encontraron diferencias significativas en ambos grupos para la PD en el hop test, aunque el grupo experimental presentó un mayor tamaño del efecto (ES: 0.5). El salto horizontal monopodal ha demostrado ser valioso para detectar cambios moderados tanto a corto como a medio plazo (29). Sin embargo, El FIFA 11+ no encontró diferencias significativas para el salto horizontal (31). La PND no obtuvo mejoras significativas, aunque la diferencia en la distancia alcanzada entre ambas piernas se ve reducida, mientras que en el grupo control las distancias apenas varían. El salto horizontal parece tener relación con la capacidad de aceleración y deceleración de las jugadoras siendo una acción muy relevante para el rendimiento en el fútbol sala. Es por ello que un mejor resultado podría deberse a que el grupo experimental realizó un mayor número de ejercicios en dirección horizontal que el FIFA 11+, incrementando la capacidad de producción de fuerza horizontal y aumentando de esta manera también el rendimiento en la aceleración durante un sprint (43). Además, este test nos sirve para evaluar la fuerza, coordinación neuromuscular y estabilidad muscular de las jugadoras, siendo uno de los más utilizados debido a que evalúa al ligamento cruzado anterior, una de las principales lesiones sin contacto, en uno de los patrones de movimiento de mayor riesgo de lesión como son la estabilización y la frenada (44). El grupo experimental ha conseguido reducir la asimetría entre extremidades un 5.47% entre intervenciones disminuyendo de esta manera el riesgo de lesión sin contacto y mejorando el rendimiento.

Siguiendo con los objetivos específicos del estudio, se ha conseguido disminuir la asimetría en el cambio de dirección en las jugadoras de fútbol sala semiprofesionales Stewart et al. demostró en su estudio que el test 505 COD presenta una buena confiabilidad a la hora de identificar las asimetrías entre miembros inferiores (45). Ferrández et al. en su estudio demostró como el COD era un test efectivo a la hora de detectar diferencias de riesgo funcionales en jugadoras de fútbol sala (46). El grupo experimental presentó mejoras significativas tanto para la PD ($p=0.007$; ES: 0.9) como para la PND ($p=0.003$; ES: 1.9), mientras que el grupo control no mostró mejoras. Pardos Mainer et al. muestra que la realización de programas de entrenamiento se asocian con una reducción significativa del tiempo en COD, donde los programas solo destinados al trabajo de fuerza no presentan mejoras significativas (ES: 0.09), posiblemente causa de que los entrenamientos de fuerza no tengan un efecto de transferencia significativo al rendimiento físico en las jugadoras; mientras que en los que se trabaja la pliometría si se encuentran diferencias significativas (ES: -1.08) (28). El entrenamiento pliométrico resulta ser más beneficioso para mejorar el rendimiento en el cambio de dirección (28). La combinación en este programa de entrenamiento neuromuscular de la fuerza y de la pliometría puede producir mayores adaptaciones neuronales y mejorar el reclutamiento de unidades motoras que ayuden a aumentar el rendimiento en COD. Estos ocurren unilateralmente en un espacio tridimensional en los que la fuerza horizontal-vertical requiere una gran importancia, de aquí la importancia de combinar ejercicios que apliquen fuerzas tanto en el eje vertical como horizontal para mejorar su rendimiento. Además, asimetrías mayores del 10% entre extremidades disminuyen la altura en el salto y aumentan el tiempo de velocidad en el cambio de dirección (47) por lo que haber conseguido reducir este porcentaje contribuye a una mejora del rendimiento tras el periodo de intervención.

El grupo experimental presentó diferencias estadísticamente significativas con un tamaño del efecto moderado (ES: 0.7) tanto para el sprint de 20m como para el de 10m; el grupo control no presentó mejoras significativas. Las pruebas de sprints han demostrado ser fiables para detectar cambios en el rendimiento de las jugadoras (29). Otro estudio que combinaba fuerza y potencia también tuvo mejoras significativas (ES: -0.61) (48). Además, hay investigaciones que revelan que el entrenamiento pliométrico muestra beneficios en la mejora del tiempo de sprint lineal (28). Es por ello, que la combinación del entrenamiento pliometría con fuerza en la que se aplican estímulos horizontales, la cual tiene relación con un aumento del rendimiento en aceleración (28) ha aumentado el rendimiento de las jugadoras en estos test debido a adaptaciones neuromusculares que mejoren la aceleración, desaceleración y el pico de velocidad.

Por último, en este estudio la dorsiflexión de tobillo del grupo experimental solo presentó diferencias estadísticamente significativas en la PD, con un tamaño del efecto pequeño (ES: 0.2)

mientras que en el grupo control no mostró diferencias. El déficit de rango de movimiento de tobillo es considerado como un factor de riesgo principal para algunas lesiones en el fútbol (25). El FIFA 11+ tampoco consiguió diferencias tras la intervención (31). Según Raya-gonz et al. es necesario prescribir ejercicios de flexibilidad y movilidad destinados a mejorar el ROM dentro de la rutina del entrenamiento ya que aquellas jugadoras con un rango de movimiento bajo son más propensas a sufrir lesión (11). Por lo que, aunque no se hayan encontrado mejoras relevantes quizá una intervención más larga y dirigida principalmente a las jugadoras con restricción de movimiento puede ser adecuada para reducir este factor de riesgo.

Por último, se ratifica la hipótesis de este estudio debido a que el uso de un programa basado en la estabilización lumbopélvica, control del valgo dinámico y fortalecimiento de la musculatura de la región de la cadera ha mostrado ser eficaz en la reducción de las asimetrías entre miembros inferiores en saltos y cambios de dirección de las jugadoras de fútbol sala semiprofesionales. Esta mejora se debe al trabajo específico de patrones neuromusculares y propioceptivos a través de la implementación semanal específica de un trabajo pliométrico y propioceptivo combinado con el trabajo de fuerza, donde nos centramos en un correcto aprendizaje y asimilación de un correcto patrón de movimiento.

Por lo tanto, podemos destacar como principal fortaleza del estudio la consecución de los objetivos planteados en la metodología. Además, de haber conseguido una mejoría significativa en pro de disminuir el riesgo de lesión en casi todas las variables tras la intervención. También se debe tener en cuenta que este estudio aporta datos sobre la implementación de un programa neuromuscular y su eficacia en el fútbol sala. Una de las limitaciones del estudio fue que el tamaño muestra se realizó por conveniencia con un número de muestra reducido a ambas plantillas del estudio. Además, el tiempo que se pudo realizar la intervención fueron de dos meses por lo que sería interesante ver la evolución de las deportistas durante un mayor periodo de tiempo. La falta de muestra y ciertas limitaciones metodológicas como el cegamiento y la aleatorización de los participantes no permiten extrapolar los resultados a otras poblaciones. Pero la adherencia de las jugadoras al programa de intervención y la metodología empleada indican una tendencia inequívoca que debe ser confirmada con estudios en estudios con mayores números de jugadoras de fútbol sala.

8. CONCLUSIÓN

Un programa de entrenamiento neuromuscular de 8 semanas puede ser un estímulo suficiente ya que mejora significativamente las tareas de saltos y las actividades de cambio de dirección, especialmente de la pierna no dominante, minimizando el riesgo de lesión sin contacto.

Los resultados obtenidos durante el estudio corroboran que el uso de un programa de entrenamiento basado en los principales factores de riesgo modificables como son la estabilización lumbopélvica, control del valgo dinámico y fortalecimiento de la musculatura de la región de la cadera, reduce las asimetrías entre miembros inferiores en saltos y cambios de dirección de las jugadoras de fútbol sala semiprofesionales.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Licencias y clubes federados [Internet]. [cited 2022 Nov 28]. Available from: <https://rfef.es/sites/default/files/pdf/licencias-2020-2021.pdf>
2. Junge A, Dvorak J. Injury risk of playing football in Futsal World Cups. *Br J Sports Med.* 2010;44(15):1089–92.
3. Ruiz-Pérez I, López-Valenciano A, Jiménez-Loaisa A, Elvira JLL, De Ste Croix M, Ayala F. Injury incidence, characteristics and burden among female sub-elite futsal players: a prospective study with three-year follow-up. *PeerJ.* 2019;7:e7989.
4. Lindenfeld TN, Schmitt DJ, Hendy MP, Mangine RE, Noyes FR. Incidence of Injury in Indoor Soccer. *Am J Sports Med.* 1994;22(3):364–71.
5. Hamid MSA, Jaafar Z, Ali ASM. Incidence and characteristics of injuries during the 2010 FELDA/FAM national futsal league in Malaysia. *PLoS One.* 2014;9(4):2–7.
6. Delang AMD, Salamh PA, Farooq A, Tabben M. The dominant leg is more likely to get injured in soccer players: systematic review and meta-analysis. 2021;397–435.
7. Predicting asymmetrical lower extremity strength deficits in college-aged men and women using common horizontal and vertical power field tests: a possible screening mechanism. *Strength Cond.* 2011;1632–7.
8. Brophy R, Silvers HJ, Gonzales T, Mandelbaum BR. Gender influences: The role of leg dominance in ACL injury among soccer players. *Br J Sports Med.* 2010;44(10):694–7.
9. López-Fernández J, García-Unanue J, Sánchez-Sánchez J, Colino E, Hernando E, Gallardo L. Bilateral asymmetries assessment in elite and sub-elite male futsal players. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(9).
10. Heil J, Loffing F, Büsch D. The Influence of Exercise-Induced Fatigue on Inter-Limb Asymmetries: a Systematic Review. 2020.
11. Raya-gonz J, Clemente FM. Analyzing the Magnitude of Interlimb Asymmetries in Young Female Soccer Players: A Preliminary Study. 2021.
12. Fort-Vanmeerhaeghe A, Mila-Villaruel R, Pujol-Marzo M, Arboix-Alio J, Bishop C. Higher Vertical Jumping Asymmetries and Lower Physical Performance are Indicators of Increased Injury Incidence in Youth Team-Sport Athletes. *J strength Cond Res.* 2022 Aug 1;36(8):2204–11.
13. Casamichana D, Troule S, Casamichanana D. Aplicación De Pruebas Funcionales Para La

- Detección De Asimetrías En Jugadores De Fútbol Application of Functional Test To the Detection of Asymmetries in Soccer Players. *J Sport Heal Res.* 2016;8(81):53–64.
14. Castagna C, D'Ottavio S, Vera JG, Álvarez JCB. Match demands of professional Futsal: A case study. *J Sci Med Sport.* 2009;12(4):490–4.
 15. Yanguas Leyes J, Til Pérez L, Cortés de Olano C. Lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino. Estudio epidemiológico de tres temporadas. *Apunt Med l'Esport.* 2011;46(171):137–43.
 16. Khayambashi K, Ghoddosi N, Straub RK, Powers CM. Hip Muscle Strength Predicts Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Male and Female Athletes: A Prospective Study. *Am J Sports Med.* 2016;44(2):355–61.
 17. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Decrease in neuromuscular control about the knee with maturation in female athletes. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(8):1601–8.
 18. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *Am J Sports Med.* 2005;33(4):492–501.
 19. Read PJ, Oliver JL, De Ste Croix MBA, Myer GD, Lloyd RS. Neuromuscular Risk Factors for Knee and Ankle Ligament Injuries in Male Youth Soccer Players. *Sport Med.* 2016;46(8):1059–66.
 20. Munro AG, Herrington LC. Between-session reliability of four hop tests and agility t-test. *J Strength Cond Res.* 2011;1470–7.
 21. Cascio BM, Culp L, Cosgarea AJ. Return to play after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Sports Med.* 2004;23(3):395–408.
 22. Lockie RG, Callaghan SJ, Berry SP, Cooke ERA, Jordan CA, Luczo TM, et al. Relationship between unilateral jumping ability and asymmetry on multidirectional speed in team-sport athletes. *J strength Cond Res.* 2014;28(12):3557–66.
 23. Bloomfield J, Polman R, O'Donoghue P. Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *J Sport Sci Med.* 2007;6(1):63–70.
 24. Dos'santos T, Thomas C, Comfort P, Jones PA. Comparison of change of direction speed performance and asymmetries between team-sport athletes: Application of change of direction deficit. *Sports.* 2018;6(4).
 25. Fong CM, Blackburn JT, Norcross MF, McGrath M, Padua DA. Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *J Athl Train.* 2011;46(1):5–10.
 26. Javier F, Pilar R, Baranda S De. Neuromuscular training programs for the injury prevention in young athletes. A literature review. 2017;6:115–25.
 27. Pardos-Mainer E, Bishop C, Gonzalo-Skok O, Nobari H, Pérez-Gómez J, Lozano D. Associations between inter-limb asymmetries in jump and change of direction speed tests

- and physical performance in adolescent female soccer players. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(7).
28. Pardos-Mainer E, Lozano D, Torrontegui-Duarte M, Cartón-Llorente A, Roso-Moliner A. Effects of strength vs. Plyometric training programs on vertical jumping, linear sprint and change of direction speed performance in female soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(2):1–20.
 29. Pardos- Mainer E, Casajús JA, Gonzalo-Skok O. Reliability and sensitivity of jumping, linear sprinting and change of direction ability tests in adolescent female football players. *Sci Med Footb*. 2019;3(3):183–90.
 30. Hopkins WG, Batterham AM. Error Rates, Decisive Outcomes and Publication Bias with Several Inferential Methods. *Sport Med*. 2016;46(10):1563–73.
 31. Pardos-Mainer E, Casajús JA, Gonzalo-Skok O. Adolescent female soccer players' soccer-specific warm-up effects on performance and inter-limb asymmetries. *Biol Sport*. 2019;36(3):199–207.
 32. Gabbett TJ, Kelly JN, Sheppard JM. Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *J strength Cond Res*. 2008;22(1):174–81.
 33. Nimphius S, Callaghan SJ, Spiteri T, Lockie RG. Change of Direction Deficit: A More Isolated Measure of Change of Direction Performance Than Total 505 Time. Vol. 30, *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2016. 3024–3032 p.
 34. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* Second Edition. 1988;531–42.
 35. Steffen K, Emery CA, Romiti M, Kang J, Bizzini M, Dvorak J, et al. High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: a cluster randomised trial. *Br J Sports Med*. 2013 Aug;47(12):794–802.
 36. Arundale AJH, Silvers-Granelli HJ, Marmon A, Zarzycki R, Dix C, Snyder-Mackler L. Changes in biomechanical knee injury risk factors across two collegiate soccer seasons using the 11+ prevention program. *Scand J Med Sci Sport*. 2018;28(12):2592–603.
 37. Bishop C, Turner A, Maloney S, Lake J, Loturco I, Bromley T, et al. Drop jump asymmetry is associated with reduced sprint and change-of-direction speed performance in adult female soccer players. *Sports*. 2019;7(1):1–10.
 38. Madruga-Parera M, Bishop C, Fort-Vanmeerhaeghe A, Beltran-Valls MR, Skok OG, Romero-Rodríguez D. Interlimb asymmetries in youth tennis players: Relationships with performance. *J Strength Cond Res*. 2020;34(10):2815–23.
 39. Madruga-Parera M, Bishop C, Read P, Lake J, Brazier J, Romero-Rodríguez D. Jumping-based Asymmetries are Negatively Associated with Jump, Change of Direction, and Repeated Sprint Performance, but not Linear Speed, in Adolescent Handball Athletes. *J*

-
- Hum Kinet. 2020;71(1):47–58.
40. Gonzalo-Skok O, Moreno-Azze A, Arjol-Serrano JL, Tous-Fajardo J, Bishop C. A Comparison of 3 Different Unilateral Strength Training Strategies to Enhance Jumping Performance and Decrease Interlimb Asymmetries in Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019;14(9):1256–64.
 41. Silva JR, Magalhaes J, AscensaO A, Seabra AF, Rebelo ANN. Training status and match activity of professional soccer players throughout a season. *J strength Cond Res.* 2013 Jan;27(1):20–30.
 42. Comfort P, Stewart AL, Bloom L, Clarkson B. Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. 2014;28(1):173–7.
 43. De Villarreal ES, Requena B, Cronin JB. The effects of plyometric training on sprint performance: a meta-analysis. *J strength Cond Res.* 2012 Feb;26(2):575–84.
 44. Reid A, Birmingham TB, Stratford PW, Alcock GK, Giffin R. Hop Testing Provides a Reliable and Valid Outcome Measure During Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Background and Purpose. 2007.
 45. Stewart PF, Turner AN, Miller SC. Reliability, factorial validity, and interrelationships of five commonly used change of direction speed tests. *Scand J Med Sci Sport.* 2014;24(3):500–6.
 46. Ferrández-Laliena L, Vicente-Pina L, Sánchez-Rodríguez R, Orantes-González E, Heredia-Jimenez J, Lucha-López MO, et al. Diagnostics Using the Change-of-Direction and Acceleration Test (CODAT) of the Biomechanical Patterns Associated with Knee Injury in Female Futsal Players: A Cross-Sectional Analytical Study. *Diagnostics.* 2023;13(5):1–12.
 47. Hoffman JR, Ratamess NA, Klatt M, Faigenbaum AD, Kang J. Do bilateral power deficits influence direction-specific movement patterns? *Res Sport Med.* 2007;15(2):125–32.
 48. Pardos-Mainer E, Casajús JA, Bishop C, Gonzalo-Skok O. Effects of Combined Strength and Power Training on Physical Performance and Interlimb Asymmetries in Adolescent Female Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020;15(8):1147–55.