

Acta de examen por tribunal
MONTEVIDEO

Materia: OSEMD SEMINARIO DEPORTE

No admite examen aprobado sin nota

Período: 202104- MONTEVIDEO - Ordinario

Fecha evaluación: 30/04/2021 Hora: 10:00 Corrección de fecha:

Tribunal: GONZALEZ RAMIREZ ANDRES , BOYARO CASTRO MILTON FABIAN, Benitez Flores Stefano

Tipo de inscripción: CURRICULAR - NO REGLAMENTADO

Estudiante	Nombre	Curso	Nota	Literal	Fecha
1 4677414 - 0	CANALE GOMEZ, SEBASTIAN GABRIEL	10 - 29/04/2021	8	Ocho	3/06/2021
2 5036417 - 9	ITALIANO DAGUERRE, LUCAS	10 - 29/04/2021	8	Ocho	3/06/2021

Tot. Gral.	Presentados	No presentados	Aprobados	No aprobados	Otros
2	Dos	Cero	Dos	Cero	

Reglamentados	No reglamentados	Libres

Andrés González

Fabián Boyaro

Stéfano Benítez

Escala de notas:

Mínimo: 0; Máximo: 12; Umbral aprob.: 5

(*) El estudiante está en más de un acta

Universidad de la República
Instituto Superior de Educación Física
Licenciatura de Educación Física
Tesina

**Relación entre la asimetría de fuerza entre miembros inferiores y la velocidad
en sprints lineales y cambios de dirección en jugadores de fútbol**

Autores: Sebastián CANALE

Lucas ITALIANO

Bruno LÓPEZ

Agustín YAUZA

Profesor tutor: Andrés GONZÁLEZ

Montevideo, Junio 2020

Índice

Tabla de acrónimos	3
Resumen.....	4
1.Introducción	5
2. Marco teórico	7
2.1 Fuerza.....	7
2.2 Potencia.....	8
2.3 Sprint.....	8
2.4 Cambios de dirección.....	9
2.5 Dominancia.....	10
2.6 Test.....	10
3. Reseña metodológica	13
3.1 Muestra	13
3.2 Instrumentos.....	14
3.3 Herramientas	15
3.4 Procedimientos.....	16
3.5 Estudio piloto	18
3.6 Tratamiento de los datos	19
4. Resultados	20
5. Discusión.....	22
6. Conclusiones.....	25
7. Aplicaciones prácticas.	26
Referencias bibliográficas.....	27
Apéndice 1: Consentimiento informado	30

Tabla de acrónimos

CEA - Ciclo estiramiento acortamiento

CMJ - Salto con contramovimiento

CMJhab - Salto con contramovimiento con pierna hábil

CMJinh - Salto con contramovimiento con pierna inhábil

COD - Cambio de Dirección

CODhab - Cambio de dirección con pierna hábil

CODinh - Cambio de dirección con pierna inhábil

CT - Tiempo de contacto

DJ - Drop Jump

MAT - Test de agilidad T

MATfree - Test de agilidad T modificado libre

MMII - Miembros Inferiores

SJ - Squat jump

VJ - Salto vertical

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre la asimetría de fuerza de miembros inferiores y los sprints lineales y con cambios de dirección en un grupo de jugadores de fútbol profesionales de tercera división. La muestra estuvo constituida por 15 jugadores de fútbol de tercera división de 19 ± 1 años de edad y peso 78 ± 2 kg, todos ellos jugadores profesionales del Club Atlético Progreso. Se realizaron para este propósito, un test de salto con contramovimiento unilateral, un test de agilidad T modificado y dos test de sprint lineales de 10 y 20 metros. Como resultado se obtuvo que el valor medio de la asimetría de fuerza de miembros inferiores (MMII) fue de un $8,5\% \pm 6,0\%$. Se registró una altura de salto de $23,0 \pm 2,7$ cm. con la pierna hábil mientras que con la inhábil la altura fue de $23,4 \pm 2,9$ cm. Los sprints lineales de 10 metros registraron un tiempo de $1,79$ s. $\pm 0,06$ s., mientras que en los de 20 metros se observaron tiempos de $3,07$ s. $\pm 0,16$ s. Por último, en los sprints con cambio de dirección se registró un tiempo total de $5,57$ s. $\pm 0,23$ s. utilizando la pierna hábil como pierna de giro mientras que con la inhábil $5,47$ s. $\pm 0,26$ s. Se encontraron diferencias significativas entre el cambio de dirección con pierna hábil (CODhab) y el cambio de dirección con pierna inhábil (CODinhab). No se observaron correlaciones entre el porcentaje de asimetría de fuerza entre MMII y los sprint de 10 m, 20m y con cambio de dirección. Del mismo modo, no existieron correlaciones entre la altura del salto con contramovimiento con pierna hábil (CMJhab) y CODhab ni el salto con contramovimiento con pierna inhábil (CMJinhab) y CODinhab.

Palabras Clave: Fútbol. Sprint. Cambio de dirección. Asimetría. Fuerza.

1.Introducción

El fútbol se caracteriza por perfiles de carga de alta intensidad que involucra giros rápidos, paradas, tacleadas, aceleraciones, desaceleraciones y movimientos laterales mientras se corre o se patea, o simultáneamente, por lo que los jugadores desarrollan y usan selectivamente una pierna para la mayoría de las acciones ya mencionadas. Aunque es ventajoso ser igualmente competente en ambas extremidades, coincidimos que las limitaciones de tiempo, espacio y precisión ejercen presión sobre los jugadores para que usen sus patrones de movimiento más dominantes para producir resultados deseables (Bishop, Berney, et al., 2019; Hart et al., 2016).

La capacidad de cambiar de dirección es una capacidad física importante en conjunto con la habilidad cognitivo-perceptiva para realizar maniobras ágiles efectivas y eficientes en los deportes multidireccionales (Nimphius et al., 2013) que demandan del atleta la capacidad de generar potencia unilateral (Lockie et al., 2014). Así, se deduce que los atletas de deportes de equipo por su carácter acíclico desarrollarán a lo largo de su carrera asimetrías de fuerza en sus miembros inferiores (MMII) que podrán incidir en el rendimiento. En adición, ciertos estudios señalan que dicha prevalencia de asimetrías se ve influenciada por la posición que ocupan los jugadores en el campo (Bishop, Brashill, et al., 2019; Raya-González et al., 2020).

Para Bishop, Brashill, et al., (2019) las asimetrías entre miembros pueden ser definidas como el porcentaje de diferencia entre miembros cuando los valores no son iguales durante la realización de una determinada tarea. La asimetría de fuerza entre los MMII y su relación con los cambios de dirección ha sido estudiada de vasta manera en la literatura. Bishop, Turner, et al., (2019) demostraron que una asimetría en la altura de salto en el drop jump (DJ) unilateral se relacionaba significativamente con una baja del rendimiento en sprints de 10, 20 y 30 metros y en los cambios de dirección -del inglés, change of direction- (COD) en jugadoras de fútbol elite adultas. Bishop, Brashill, et al., (2019) probaron que asimetrías en el salto con contramovimiento -del inglés countermovement jump- (CMJ) unilateral se relacionaban negativamente con la velocidad de los sprints lineales de 10, 20 y 30 metros y en los cambios de dirección en jugadores de fútbol juveniles de elite. Contrariamente, Loturco, Pereira, et al., (2019) demostraron que la asimetría en squat jump (SJ) y CMJ unilateral no se relacionan con un detrimento en la velocidad lineal o multidireccional en jugadoras de fútbol profesional. Raya-González et al., (2020) realizaron un test de abalakov unilateral a una población de jugadores de fútbol juveniles de elite

probando que no existe relación entre la asimetría del salto y los cambios de dirección en esta población.

Estos trabajos fueron realizados con poblaciones de jugadores de fútbol femeninas y jugadores de formativas masculinos ambos de élite, por lo que se considera pertinente evaluar las asimetrías y su influencia en las capacidades deportivas en una población adulta masculina de élite. A partir de esto nos planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué forma se relaciona la asimetría de fuerza entre los miembros inferiores en jugadores de fútbol elite con la velocidad en los sprints lineales y cambios de dirección? Se hipotetizó que una mayor asimetría de fuerza entre MMII se correlacionará negativamente con la velocidad en los sprint lineales y cambios de dirección.

El objetivo general de este trabajo fue analizar la relación entre la asimetría de fuerza de los MMII y la velocidad en sprints lineales y cambios de dirección en jugadores de fútbol de élite. Además, nos propusimos como objetivo específico establecer los valores de las asimetrías de un grupo de jugadores de fútbol de tercera división uruguayo. En tercera instancia, nos propusimos analizar la relación entre la maniobra de cambio de dirección con pierna hábil y pierna inhábil.

2. Marco teórico

2.1 Fuerza

La fuerza es producto de una acción muscular iniciada y orquestada por procesos eléctricos en el sistema nervioso. En el ámbito deportivo es común definirla como la capacidad de un músculo o grupo de músculos determinados para generar una fuerza muscular bajo condiciones específicas para vencer, equilibrar o frenar el movimiento de una resistencia externa (Siff & Verhoshansky, 2017; González-Badillo, 1991) mediante contracciones que pueden ser concéntricas, donde la fuerza de resistencia actúa en dirección contraria al movimiento o excéntricas donde el vector de fuerzas actúa en el mismo sentido (Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

En biomecánica, las fuerzas que actúan en los movimientos deportivos pueden ser divididas en dos grupos: fuerzas internas y fuerzas externas. Las primeras son producidas por una parte del cuerpo humano sobre otra, mientras que las segundas son aquellas que actúan entre el cuerpo del atleta y el entorno. Por esto, solo las fuerzas externas son consideradas como una medida de la fuerza del atleta (Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

Para Balsalobre (2014) en todas las acciones deportivas es la interacción entre la fuerza producida por una carga externa y aquella producida por los músculos esqueléticos la que genera determinados valores de velocidad, potencia o fuerza explosiva, concluyendo así que todas las manifestaciones de fuerza en el deporte provienen de dicha interacción que denomina fuerza aplicada.

2.1.1 Manifestaciones de fuerza

Existen diferentes manifestaciones de la fuerza que se desprenden de la relación entre la carga externa/interna y el tiempo de aplicación de la fuerza, constituyendo así expresiones de fuerza máxima, fuerza explosiva, fuerza reactiva y fuerza resistencia.

La fuerza máxima es para Siff & Verhoshansky (2017) la capacidad de un determinado grupo muscular para producir una contracción voluntaria máxima en respuesta a la óptima motivación contra una carga externa (p.20). Por otra parte, Balsalobre (2014) la define como “la cantidad máxima de fuerza que un sujeto puede aplicar ante una determinada carga y en una

determinada acción deportiva. Por lo tanto, para un mismo sujeto, existen infinitos valores de fuerza máxima, tantos como cargas pueda manejar” (p.15).

Por otro lado, la fuerza explosiva es, por definición, la capacidad de aplicar fuerzas máximas en el menor tiempo posible. A pesar de ello no debe suponerse que se aplique la fuerza máxima del sujeto, sino la máxima fuerza que éste puede aplicar en la duración del gesto, que generalmente es más corto que la curva para alcanzar el pico de fuerza (Zatsiorsky & Kraemer, 2006, p.26-28).

Asimismo, la fuerza reactiva es comúnmente definida como la capacidad de producir fuerza concéntrica luego de una fase excéntrica en lo que se conoce como ciclo de estiramiento acortamiento (CEA). Este ciclo ha sido clasificado como rápido cuándo los tiempos de contacto con el piso son menores a 0.25 segundos y lentos cuando son superiores a 0.25 segundos. Una forma común de valorar la fuerza reactiva es a través del Índice de fuerza reactiva o reactive strength index (RSI) que se obtiene dividiendo la altura de salto por el tiempo de contacto con el suelo (CT) (Healy et al., 2019).

Por último, la fuerza resistencia o resistencia a la fuerza es la capacidad para ejecutar muchas repeticiones contra una oposición dada y durante un período de tiempo prolongado (Bompa, 2006, p.12).

2.2 Potencia

La potencia o capacidad para ejecutar movimientos explosivos en el mínimo tiempo posible es producto de la integración de una fuerza y velocidad máximas (Bompa, 2006, p.12) es el resultado de multiplicar la fuerza por la velocidad de ejecución de un ejercicio determinado ($P=F \times V$) (Balsalobre., 2014).

2.3 Sprint

Los jugadores de fútbol cubren entre 8 a 13 km durante el curso de un partido con un patrón de ejercicio intermitente, es decir, que se interrumpe y prosigue cada cierto tiempo de manera reiterada (Di Salvo et al., 2009). Concordantemente, Stølen et al., (2005) afirman que las distancias realizadas en alto nivel se encuentran comprendidas entre los 10-12 km para los jugadores de

campo. No obstante, la distancia total recorrida durante la competición no marca la diferencia de rendimiento, sino que lo determinante es la distancia que se realiza a alta intensidad ya que se relaciona con actividades que son de suma importancia para el resultado favorable en la competencia, como pueden ser gestos para ganar la pelota y/o acciones para superar al adversario (Miñano-Espin, 2005; Di Salvo et al., 2009).

Varios autores han estudiado los recorridos a alta intensidad durante los partidos. Di salvo et al., (2009) sugiere que estos representan el 12% de la distancia total, Stolen et al., (2005) plantea que estos varían desde un 1% hasta un 11% de la distancia total mientras que Dufour como se cita en Miñano-Espin (2015) propone que estos ocupan el 14% de la distancia cubierta. En adición, Bangsbo et al., (2006) descubrió que en promedio, los jugadores de fútbol de élite realizan entre 150 y 250 acciones breves e intensas durante un juego.

Por otra parte, la actividad del jugador depende de gran manera del puesto específico que ocupa en el terreno de juego, habiendo una especialización de esfuerzos con diferencias en distancias total recorridas e intensidad de estos debido a la función táctica a la que se enfrenta el jugador (Miñano-Espin 2015). Los mediocampistas laterales y los atacantes mostraron una tendencia a completar un mayor número de los sprints más largos y frecuentes (> 10 m) comparados con otras posiciones (Di Salvo et al., 2019). Por otro lado, Rampinini como se citó en Miñano-Espin (2015), plantea que los jugadores de fútbol no consiguen alcanzar su velocidad de carrera máxima debido a que las distancias habituales son cortas o muy cortas (5-20 metros).

2.4 Cambios de dirección

Los cambios de dirección son parte constitutiva de la agilidad, entendida como un movimiento rápido de todo el cuerpo en respuesta a un estímulo que se funda sobre aspectos físicos, técnicos y cognitivos. Consiste en una desaceleración ocasionada por la acción excéntrica de los músculos de la pierna que se estiran, sucedida por un rápido cambio en el momento de fuerza hacia una nueva dirección mediante la producción de fuerza reactiva-explosiva por parte del acortamiento de los mismos músculos (Sheppard & Young, 2006; Castillo-Rodríguez et al., 2012; Young & Farrow, 2006). Esta secuencia de activación muscular es conocida como ciclo de estiramiento acortamiento.

La habilidad para cambiar de dirección mientras se corre es determinante para el rendimiento en los deportes de campo. En el fútbol, los jugadores han de realizar movimientos rápidos y responder a varias e impredecibles situaciones en acciones tales como atacar, recuperar la posición defensiva y driblar para superar otros oponentes, por mencionar algunas, que son precedidas por partidas desde diferentes posiciones y diferentes direcciones (Popowczak et al., 2019).

En un estudio observacional realizado por Bloomfield et al., (2007) en jugadores de fútbol de primera división de Inglaterra se encontró que en promedio un jugador realizaba 727 ± 203 cambios de dirección por partido, habiendo ligeras a grandes diferencias entre las diferentes posiciones en el campo y ángulos de giro, siendo los giros de 0-90° significativamente mayores que los demás, realizados mayormente por los atacantes y seguidos por los mediocampistas y defensores respectivamente.

2.5 Dominancia

A fin de poder categorizar las pruebas de acuerdo a lo presentado en la introducción de este trabajo, se debió establecer un criterio para la selección de la pierna dominante de cada uno de los atletas. En esta línea, Wong et al (2007) realizaron un estudio de presión plantar durante movimientos frecuentes en un encuentro de fútbol, tales como carreras lineales, cortes y cambios de dirección y caídas luego de saltos con contramovimiento; estos investigadores hallaron que la presión ejercida contra el suelo en los 4 movimientos realizados fue superior en la fase de despegue en la pierna con la que golpean el balón mientras que sucedió lo contrario con la fase de aterrizaje, siendo la pierna contraria la que ejercía mayor presión plantar salvo en el aterrizaje posterior al SCM. Por este motivo, decidimos designar a la pierna hábil (preferida) como la pierna dominante y la otra inhábil o no-dominante.

2.6 Test

2.6.1 Test de salto

Las pruebas de salto vertical son de gran interés para evaluar la producción de fuerza explosiva de los deportistas. Siguiendo a Balsalobre (2014) los test de salto más utilizados son el Squat Jump y el Drop Jump, reconociéndose también el CMJ por su correlación con la performance

en sprint cortos. Así mismo, Arnason, como se cita en Stolen et al., (2005) destacó una estrecha relación entre la altura del salto vertical y el rendimiento en competencia. Por otra parte, Falch y Van den Tillar (2020) compararon los picos de actividad muscular de la pierna en el CMJ vertical y horizontal y COD usando un electromiógrafo encontrando grandes similitudes que sugieren similares demandas musculares en ambas tareas.

Además, la evaluación de los ciclos de estiramiento acortamiento y la asimetría de fuerzas es costosa considerando el uso de plataformas de fuerza y máquinas isocinéticas y de difícil aplicación para los entrenadores, por lo que se utilizan otros tests tales como el DJ y CMJ para evaluar indirectamente los componentes reactivos y elásticos de la fuerza (Castillo-Rodríguez et al., 2012; Bishop, Turner et al., 2019).

Cualquiera sea la prueba de salto elegido, éstos han de realizarse con las manos en la cintura, las piernas al ancho de las caderas y realizando el mayor salto posible manteniendo las rodillas extendidas durante toda la fase de vuelo (Balsalobre, 2014, p.36).

Tradicionalmente se han utilizado test bilaterales para la valoración de la producción de fuerza/potencia en el fútbol a fin de compararlos con otras medidas de rendimiento atlético tales como la velocidad lineal y multidireccional. Visto que tanto los sprint como los cambios de dirección son actividades cíclicas donde se produce fuerza de manera unilateral, la valoración de la fuerza de manera unilateral se presenta como una buena herramienta a la hora de mejorar el rendimiento de los deportistas.

2.6.2 Test de sprint

Siguiendo a Stolen et al. (2005) aseveramos que en el fútbol rara vez se observan sprints mayores de 30 m., siendo la mitad de los sprints realizados durante un partido iguales o menores a 10 m. El mismo autor sostiene que el rendimiento en sprints de 10 m. es una variable relevante en el fútbol haciendo referencia a un estudio de Cometti et al., (2001) que compara los resultados en sprints de 10 m. y 30 m. en jugadores de primera división, segunda división y amateur franceses. Este concluye que no hubo diferencia entre los tres tipos de jugadores en los test de 30 m. pero que si la hubo entre los dos primeros y los amateurs en la prueba de los 10m, afirmando por ello que la performance en 10-15 m. es relevante para la actividad en la cancha; esto es sostenido por

Gissis et al., (2006) quienes obtuvieron resultados similares aplicando los mismos test a poblaciones de jugadores jóvenes de elite, sub-élite y amateur.

Balsalobre (2014) recomienda realizar estos tests desde bipedestación cuando no se trate de poblaciones de velocistas, desde una posición atlética donde se coloque un pie adelantado y ubicado un metro detrás de la línea de partida (p.38).

2.6.3 Cuestionario Wellness

En todos los deportes de élite existen varias maneras de monitorear a los deportistas, no solo en cuanto a cómo responde durante los entrenamientos, sino que también luego del mismo y previo a una nueva sesión de entrenamiento o competencia.

“El sobreentrenamiento puede definirse como entrenamiento de alto volumen y/o alta intensidad con recuperación inadecuada, que resulta de la falta de adaptación, requiriendo varias semanas o meses de descanso o entrenamiento reducido para una recuperación completa.” (Hooper & Mackinnon, 1995,).

“El uso de signos y síntomas subjetivos como la falta de sueño y dolor muscular complementan aún más los criterios de diagnóstico porque similares signos y síntomas no se demuestran en individuos no entrenados y también puede aparecer como resultados de otras situaciones como la enfermedad” (Hooper & Mackinnon, 1995).

Es aquí que planteamos el cuestionario wellness a la escala utilizada por Hooper & Mackinnon (1995) basado en un análisis subjetivo de sueño, estrés, fatiga, dolor muscular en una escala del 1 al 7 donde el 1 es muy bueno y el 7 muy malo. Con el fin de conocer en qué estado se encuentran los atletas previo a realizar los test.

3. Reseña metodológica

Este trabajo tuvo un enfoque cuantitativo, partió de una idea global que fue precisándose y de la cual se construyó un problema de investigación del que devinieron las preguntas de investigación y se formularon las hipótesis. Seguidamente se revisó la literatura pertinente al tema y se elaboró el marco teórico a partir del cual se justificó tanto la necesidad del estudio como la relevancia del experimento utilizado (Hernández-Sampieri, 2014, p.4).

Se buscó explicar el efecto de la asimetría de fuerza de MMII (variable independiente) sobre la velocidad de sprint lineales y con cambios de dirección (variables dependientes). (Hernández-Sampieri, 2014, p.95). Para ello se diseñó un experimento de corte transversal, aquél en el que según Hernández-Sampieri (2014) la recolección de datos se da en un único momento (p.128) donde se buscó en dos sesiones separadas por siete días la recolección de los datos.

3.1 Muestra

La selección de la muestra es intencional ya que elegimos deliberadamente a los participantes mediante la delineación de criterios de inclusión y exclusión de manera que estos sean representativos del universo a investigar (Kerlinger, F. 1988, p.135).

Se evaluaron 15 jugadores de fútbol profesional de 19 ± 1 años, peso 78 ± 2 kg integrantes del plantel de 3° división del Club Atlético Progreso. Fueron criterios de inclusión ser jugador de fútbol profesional, haber entrenado ininterrumpidamente durante los últimos dos años y no haber presentado lesiones en los últimos 6 meses ni al momento de la realización de las pruebas. Fueron excluidos aquellos jugadores que mostraron altos niveles de fatiga, bajos niveles de sueño, entre otros parámetros, expresados en un cuestionario Wellness administrado previo a la toma de datos.

Todos los participantes debieron firmar un consentimiento informado que tuvo por finalidad esclarecer la naturaleza de la investigación, así como manifestar su voluntad de participar en el experimento con pleno conocimiento de los fines y los responsables a cargo de la misma (Ver apéndice 1).

3.2 Instrumentos

3.2.1 Salto con contramovimiento unilateral

El salto con contramovimiento es parte del protocolo de evaluación de la fuerza explosiva de los MMII propuesta por Carmelo Bosco; consiste en la realización de un salto vertical máximo precedido por una flexión rápida de rodillas. De acuerdo con Markovic et al., (2004) esta prueba realizada con una alfombra de salto tal como se realizó en esta investigación es además de válida, confiable, cuando se busca estudiar de manera indirecta la fuerza explosiva de los miembros inferiores. A nuestro conocimiento, no existen al día de hoy experimentos que validen la utilización de este test de forma unilateral, aunque sí existen una variedad de investigaciones que los utilizan como medida de estimación de la fuerza de los MMII tal como se describe en los antecedentes; por ello nos apoyamos en el trabajo de Meylan et al., (2009) quienes estudiaron la fiabilidad de los resultados obtenidos en el CMJ unilateral en los 3 planos de movimiento concluyendo que éste es confiable en cualquiera de ellos, por lo que su utilización en la evaluación del salto vertical es tan útil como viable.

3.2.2 Test de sprint lineal de 10 y 20 metros

Debido a la importancia previamente comprobada de correr para jugadores de fútbol, esta prueba se considera apropiada para la población (Bishop et al. 2019); Ambas capacidades de sprint son de importancia en el fútbol, y nuestros datos muestran que deben incluirse y evaluarse en una batería de test de sprint en jugadores de fútbol (Wisloff et al. 2004).

Para Disalvo (2009), las actividades de tipo sprint se comprenden dentro de una distancia y duración media de 16 metros y de 2 segundos respectivamente. Estas acciones son claves para la obtención de resultados favorables. En sintonía, Vigne et. al. (2010) resalta que el 93% de los sprints en partidos se encuentran entre los 2 y 19 m. Hauguen et. al. (2013) defiende que el tipo de esfuerzo mencionado son desplazamientos que no superan los 20 m. Por las mencionadas razones, es conveniente realizar tests que no sobrepasen los 20 m. debido a que los deportistas rara vez superan estas distancias en sprint y por la importancia que estos esfuerzos poseen dentro de la competición.

3.2.3 Test de agilidad T modificado libre (MATfree)

Para valorar la capacidad de los atletas de cambiar de dirección utilizamos el test de agilidad T modificado libre (MATfree) propuesto por Yanci et al., (2014) que sigue las directrices del test de agilidad T modificado (MAT) presentado por Sassi et al., (2009) pero reemplaza el desplazamiento lateral por desplazamiento libre y el toque a la base de los conos por toques a la punta de los mismos con el propósito de ser más específico para el fútbol en términos de distancia total recorrida y tipos de desplazamiento (Arcos et al., 2020).

La prueba consiste de un recorrido preprogramado A-B, B-C, C-D, D-B, B-A. que el atleta deberá completar en el menor tiempo posible. La distancia A-B es de 5 m. mientras que el resto de los tramos (excepto B-A) son de 2.5 m.

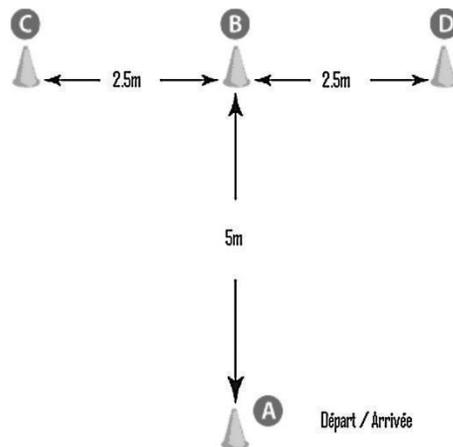


Figura 1. Modified agility T-test -MAT- (Yanci et al., 2014)

3.3 Herramientas

Para la valoración del salto se utilizó una plataforma de contacto marca Projump modelo PC de 120 cm x 70 cm que está unida a un cronómetro USB con una precisión de 1 ms. La misma registra valores de altura de salto, tiempo de vuelo, tiempo de contacto y velocidad de despegue a través del software incluido con ella denominado Chronojump.

Por otra parte, se utilizó un kit de fotocélulas infrarrojas marca Procell para las pruebas de sprint lineales y con cambios de dirección, que permite registrar a través de un software incluido

con las mismas, la velocidad, el tiempo y la media tanto del sujeto como el grupo para la distancia seleccionada, pudiendo registrar estas variables por distancia total o tramos según sea el caso.

3.4 Procedimientos

Los test fueron aplicados en dos sesiones durante la temporada competitiva espaciadas por una semana entre cada una de ellas. La totalidad de las pruebas se llevaron a cabo en suelo de césped sintético en espacio cerrado. En primera instancia se evaluaron los saltos CMJ y el T-test, en segunda instancia se evaluaron los sprints lineales de 10m y 20m, en ese orden respectivamente. Todos los test se realizaron en la misma cancha de césped sintético previo al entrenamiento matutino, utilizándose calzado de suela blanda tanto para los saltos como para los sprints lineales y multidireccionales. Antes del comienzo de la preparación para el movimiento se explicó el objetivo de la realización de los test y se detalló brevemente cada uno, a su vez, la mayoría de los jugadores ya había tenido experiencias previas con este tipo de evaluaciones. También, se procedió a la entrega del consentimiento, el cual devolvieron firmado.

Los días de la prueba los jugadores realizaron una entrada en calor de 15 minutos. Para el dinamismo de la ejecución de las pruebas comenzamos con cinco jugadores en la entrada en calor, cuando estos pasaban al test de saltos, otros cinco jugadores comenzaban su parte inicial, y así sucesivamente con los jugadores restantes. Los encuentros comenzaron con cinco minutos de liberación miofascial por los grupos musculares mayormente involucrados, seguido de un bloque de movilidad de tobillo, cadera, y columna dorsal, continuado de un bloque de ejercicios de activación de zona media en todos sus planos, luego marchas frontales y laterales con minibands, desaceleraciones tanto bilateral como unilateralmente, y culminamos la entrada en calor con dos sprint lineales a intensidades submáximas.

Luego del calentamiento, en la primera sesión procedieron a realizar los saltos. Antes se les explicó y demostró la técnica de salto CMJ y su aterrizaje para unificar conceptos. Concretaron tres intentos con cada pierna para el CMJ unilateral separados por 30'' de descanso registrándose los valores de la mejor ejecución para cada pierna. Luego de que los cinco jugadores completarán los saltos, se dirigieron hacia la realización del test de agilidad T realizando dos intentos en cada sentido, registrándose el mejor de los intentos para cada recorrido. En la segunda sesión al haber

hecho la entrada en calor similar, procedieron a realizar las pruebas de sprint de 10 y 20m., nuevamente registrando el mejor de 3 intentos.

3.4.1 Salto con contramovimiento

Para la realización del salto se le pidió al atleta que se ubique sobre la alfombra de salto parado sobre la pierna a evaluar, las manos en las caderas y la rodilla de la pierna libre ligeramente flexionada de manera que el pie de ésta se encuentre aproximadamente a la mitad de la tibia de la pierna de salto. Una vez adoptada la posición de inicio se le pidió al atleta que realice la flexión de rodilla y cadera que considere necesaria para inmediatamente empujar el suelo con la mayor fuerza posible extendiendo cadera rodilla y tobillo. La libre selección de la profundidad adoptada durante la fase excéntrica responde a la intención de no alterar el patrón de coordinación-acoplamiento de los movimientos durante el salto que pudiese tener el atleta, tal como lo sugiere Loturco, Jeffreys et al., (2019). Una vez adoptada la posición inicial, el salto comenzaba cuando el jugador creía conveniente realizar su mayor esfuerzo. Durante la fase de vuelo el atleta debía mantener la completa extensión de rodilla y tobillo y la pierna libre no debía registrar ningún movimiento que pudiera influenciar el salto. El aterrizaje se realizó a dos piernas con el fin de reducir el impacto de la caída (Bishop et al., 2019; Meylan et al., 2009; Yanci & Camara, 2016) cualquier error en la ejecución invalidó la prueba repitiéndose tras un descanso completo.

3.4.2 Test de sprint de 10 y 20 m

El objetivo de la prueba es recorrer a la mayor velocidad posible las distancias de 10 m y posteriormente de 20 m. Para la realización de las pruebas se colocaron dos pares de compuertas de fotocélulas en 0 y 10 metros y posteriormente en 0 y 20 metros. Los jugadores comenzaron la prueba en una posición estática, ubicados a 30 centímetros para no romper con el haz de las fotocélulas antes del inicio del test. Una vez en posición de inicio son ellos quienes deciden cuándo empezar. Todos los atletas realizaron en primera instancia el test de sprint de 10 m, cuando la totalidad de jugadores finalizaron, se procedió a realizar en el mismo orden de jugadores el test de 20 m, con el fin de extraer datos minimizando la incidencia de fatiga que puedan alterar los resultados.

3.4.3 Test de agilidad T modificado libre

Para realizar el siguiente test se le pidió al atleta que se ubique sobre el cono A siendo este el punto de partida. El atleta realizó un sprint a mayor velocidad posible desde el cono A hacia el cono B, realizando un sprint en línea recta hacia adelante en el segmento A-B de (5 m de distancia) tocando el cono B. Consecutivamente al tocar el cono B, el atleta realizó un cambio de dirección a 90° en sentido a su izquierda, realizando el sprint a máxima velocidad posible llegando a tocar el cono C ubicado a 2,5 metros de distancia con respecto al cono B (Figura 1). Inmediatamente el atleta luego que toca el cono B realizó un giro de 180° manteniendo un sprint a máxima velocidad sobre el segmento C-D (de 5m) pasando por su punto medio B (a 2,5 m) del cono D. En ese mismo punto D el atleta realizó nuevamente otro giro de 180° recorriendo el segmento D-B (de 2,5m), tocando el cono B y realizando el último cambio de dirección a 90° y sprint sobre el segmento B-A (de 5 m). El atleta realizó los cambios de dirección a 90° en sentido hacia su izquierda, por lo tanto, luego de un periodo de descanso se volvió a realizar el test T modificado cambiando el recorrido de los segmentos A-B, B-D, D-C, C-B y B-A, siendo de esta forma los cambios de dirección a 90° pero hacia su derecha.

3.5 Estudio piloto

Se realizó un estudio piloto con el equipo de fútbol masculino del Instituto Superior de Educación Física (ISEF), equipo que compete y participa en el Campeonato Interfacultades Masculino Udelar. Se evaluaron 16 participantes del equipo con su previo consentimiento, comprendiendo las edades de entre 19 ± 3 años, estatura 182 ± 5 cm, peso 78 ± 2 kg. Cabe destacar que todos los participantes son estudiantes del Instituto Superior de Educación Física y jugadores de fútbol amateur.

Los participantes debieron realizar la prueba de salto con contramovimiento unilateral, test de sprint de 10, 20 y 30 metros y el Test de agilidad T modificado libre. A partir de los datos obtenidos, así como también del funcionamiento observado se pudo mejorar el protocolo de manera que éste fuera más eficiente a la hora de realizar el estudio propiamente dicho.

3.6 Tratamiento de los datos

Para el tratamiento de los datos se utilizarán medidas de tratamiento central como lo son la media y la mediana, siendo ambas útiles para el análisis de los datos en esta investigación obtenidos; por otra parte, se utilizarán medidas de análisis de correlaciones como lo es la regresión lineal y el ANOVA. Para este cometido utilizaremos el software de licencia libre JASP stats versión 0.13.1.

4. Resultados

Se evaluaron 15 atletas integrantes del plantel de Tercera División del Club Atlético Progreso de edad 19.3 ± 0.8 años de los cuales 13 eran diestros y 2 zurdos; los resultados expresados en la tabla 1 son la media y desviación estándar del mejor de tres intentos para cada una de las pruebas salvo la prueba de cambio de dirección en la que solo se realizaron dos intentos. Se aplicó prueba de normalidad Shapiro-wilk verificando una distribución normal de los datos para todas las pruebas.

Tabla 1. Resultados de las pruebas de salto con contramovimiento unilateral (CMJ), cambio de dirección para pierna hábil e inhábil (CODhab y CODinh) y sprint lineal (10m y 20m)

	CMJhab	CMJinh	Asimetría	CODhab	CODinh	10m	20m
Media	23.0	23.4	0.09	5.57	5.47	1.79	3.07
Desviación-est	2.68	2.91	0.06	0.23	0.26	0.06	0.16
Shapiro-Wilk	0.93	0.96	0.93	0.97	0.97	0.98	0.97
p-valor	0.25	0.72	0.28	0.79	0.90	0.99	0.79
Mínimo	18.0	17.6	0.01	5.23	5.02	1.68	2.82
Máximo	26.5	27.8	0.21	5.99	5.99	1.91	3.33

El valor medio de la asimetría de fuerza de MMII fue de un $8,5\% \pm 6,0\%$ registrándose valores superiores al 20% (1 caso) y valores muy próximos al 0% (1 caso). En adición, la asimetría estuvo a favor de la pierna hábil en 7 casos mientras que en 8 casos lo estuvo para la pierna inhábil. Para los saltos con contramovimiento unilateral se registró una altura de salto de $23.0 \text{ cm.} \pm 2,68 \text{ cm.}$ con la pierna hábil mientras que con la inhábil la altura promedio fue de $23,4 \text{ cm.} \pm 2,91 \text{ cm.}$ Los sprints lineales de 10 metros registraron un tiempo medio de $1,79 \text{ s.} \pm 0,06 \text{ s.}$ mientras que en los de 20 metros se observaron tiempos de $3,07 \text{ s.} \pm 0,16 \text{ s.}$ Por último, en los sprints con cambio de dirección se registró un tiempo total de $5,57 \text{ s.} \pm 0,23 \text{ s.}$ utilizando la pierna hábil como pierna de giro mientras que con la inhábil $5,47 \text{ s.} \pm 0,26 \text{ s.}$

Por otra parte, no se observaron correlaciones entre el porcentaje de asimetría entre miembros y las carreras de 10 m. y 20 m. ni con las pruebas de cambio de dirección ya sean estas con la pierna hábil o inhábil. Además, no se observaron correlaciones entre la altura del CMJ con pierna hábil y el COD con pierna hábil ni la altura del CMJ con pierna inhábil y el COD con pierna inhábil.

Tabla 2. Correlaciones de Pearson para todas las pruebas entre sí.

Variable		CMJhab	CMJinh	Asimetría	CODhab	CODinh	10m	20m
1. CMJhab	Pearson's r	—						
	p-valor	—						
2. CMJinh	Pearson's r	0.64	—					
	p-valor	0.01	—					
3. Asimetría	Pearson's r	-0.22	0.12	—				
	p-valor	0.43	0.67	—				
4. CODhab	Pearson's r	0.06	-0.05	0.26	—			
	p-valor	0.84	0.87	0.34	—			
5. CODinh	Pearson's r	0.05	0.12	0.08	0.83	—		
	p-valor	0.86	0.67	0.78	< .001	—		
6. 10m	Pearson's r	-0.16	-0.05	0.22	-0.02	0.25	—	
	p-valor	0.58	0.87	0.44	0.94	0.37	—	
7. 20m	Pearson's r	-0.47	-0.35	0.26	0.03	0.11	0.79	—
	p-valor	0.08	0.21	0.35	0.92	0.71	< .001	—

Como se observa en la figura 2, Tras aplicar una prueba “T” de muestras relacionadas no se encontraron diferencias significativas en la altura de salto con pierna hábil e inhábil (izquierda), pero sí diferencias significativas en el tiempo de realización de las pruebas de cambios de dirección (derecha), siendo este menor cuando la prueba se realizó a favor de la pierna inhábil.

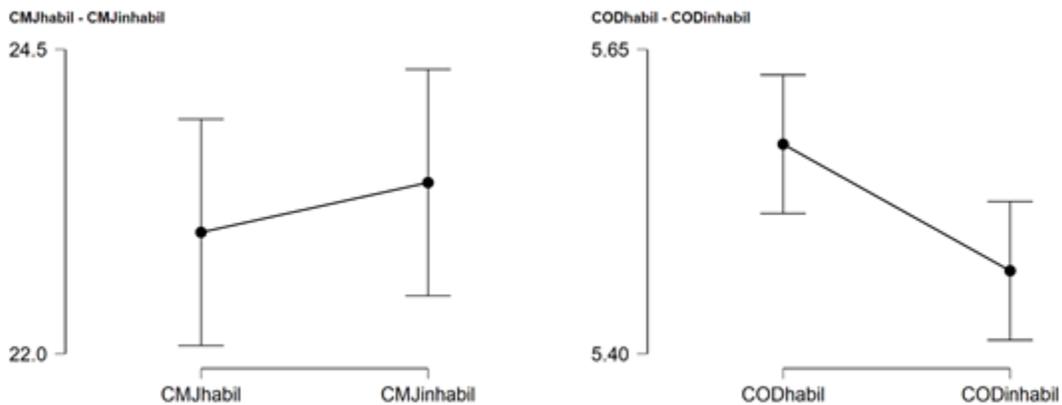


Figura 2. Prueba T de muestras relacionadas. CMJhab-CMJinh (izquierda) y CODhab-CODinh (derecha).

5. Discusión

El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre la asimetría de fuerza de miembros inferiores y los sprints lineales y con cambios de dirección en un grupo de jugadores de fútbol profesionales de tercera división. Se hipotetizó que una mayor asimetría de fuerza se correlacionaría negativamente con el rendimiento en sprints lineales y con cambios de dirección.

Nuestros resultados mostraron que no se encontró correlación entre la asimetría de fuerza entre miembros inferiores y los sprints lineales de 10 y 20 metros. Tampoco existió correlación significativa con los sprints con cambios de dirección ni con la pierna hábil ni la inhábil como pierna de giro. Esto de algún modo está en línea con lo presentado por Lockie et al., (2014), quienes no encontraron relaciones significativas entre las asimetrías expresadas en el salto vertical unilateral y pruebas de carreras multidireccionales en una población de atletas de deportes de equipo de nivel recreacional. También Loturco, Pereira et al., (2019) reportaron que la asimetría expresada en el SJ y el CMJ no se relacionó con la velocidad en pruebas de 5,10,20 y 30 metros y una prueba de COD en una población de mujeres adultas de élite.

De otro modo, esto difiere con lo afirmado por Bishop, Brashill, et al., (2019) quienes sí encontraron relaciones significativas entre la asimetría expresada el CMJ unilateral y los test de capacidades lineales y multidireccionales en jugadores de fútbol de categorías formativas de élite divididos en 3 grupos: sub-23, sub-18 y sub-16, encontrando la misma relación en los tres grupos. Por el contrario, Bishop, Turner et al., (2019) no encontraron relaciones entre el CMJ y los test de sprint lineal de 10 metros, 30 metros y el test 505 de cambio de dirección, aunque sí las encontraron entre estas pruebas y el DJ en una población de jugadoras de fútbol de élite adultas.

El hecho de que se presenten asimetrías y que éstas no se relacionen con las capacidades atléticas puede deberse a una multiplicidad de factores. A este respecto, Loturco, Pereira et al., (2019) sugieren que en el contexto del alto rendimiento el desempeño neuromecánico no se ve necesariamente influenciado por mayores o menores niveles de asimetría. Además, en concordancia con lo presentado por Lockie et al., (2014) esta falta de relación puede explicarse por el hecho de que el conjunto de atletas no supera el 8% de asimetría, valor que está muy por debajo del límite del 15% que Impellizzeri et al., (2007) y Mc elveen et al., (2010) proponen como potencialmente lesivo y de posible afectación funcional respectivamente. Por otro lado, el salto

con contramovimiento unilateral tiene una técnica de ejecución específica que si bien se relaciona en su régimen de contracción muscular con la acción del cambio de dirección, no se relaciona espacialmente en su totalidad con la acción de cambio de dirección ya que esta se produce en los 3 planos de movimiento, mientras que el CMJ se produce principalmente en el plano sagital. Por la especificidad ya mencionada, la familiarización de los ejecutantes con la prueba podría también incidir en el volumen y variabilidad de las asimetrías sin que ello representara un detrimento para su desempeño en pruebas de velocidad lineal y multidireccional.

En adición, el tamaño y la magnitud de las asimetrías en la literatura consultada varía según el test de salto utilizado, la población, la experiencia y la edad. Lockie et al., (2014) reportaron una asimetría media de 10.4 ± 10.8 en una población de hombres adultos de diversos deportes de equipo de nivel recreacional en el salto vertical (VJ). Bishop, Turner., et al (2019) registraron una asimetría media de 8.65 ± 5.98 en el CMJ y 9.16 ± 5.87 en el DJ en una población de jugadoras de fútbol de élite adultas. Loturco, Pereira., et al (2019) registraron una asimetría de 9.8 ± 6.5 para el SJ y 10.6 ± 5.5 para el CMJ en una población de mujeres adultas jugadoras de fútbol profesional. Bishop, Brashill., et al (2019) no encontraron diferencias significativas en las asimetrías en el CMJ entre grupos sub 23, sub 18 y sub 16 en una población de *elite academy soccer players*, con los valores de asimetría desde 6, 8 y hasta 10% respectivamente, reportando además que el grupo de mayor variabilidad fue el sub 16, adjudicándose a la etapa de maduración de los jóvenes. Se podría inferir entonces, que la asimetría es específica para cada salto y cada grupo e independiente del rendimiento atlético.

Resulta interesante, no obstante, el hecho de que aun no existiendo una diferencia significativa entre CMJhab y CMJinhab (asimetría), exista una predominancia de CODinhab sobre CODhab. Esto puede deberse al hecho de que el fútbol por sus características le impone al atleta el uso selectivo de sus piernas para cumplir con los diferentes requisitos durante el juego, produciendo así una carga asimétrica de entrenamiento sobre ellas; en este contexto, una de ellas se establece como la pierna de pateo o pierna hábil, y la otra como pierna de soporte o inhábil. Siguiendo a Hart, Nimphius., et al (2016) la pierna inhábil provee estabilidad, balance y soporte, recibiendo altas cargas de fuerzas gravitacionales de alto impacto y fuerzas provenientes de su propio ciclo de contracción muscular al mismo tiempo, mientras que la pierna de pateo desarrolla altos niveles de fuerza muscular cuando prepara la acción y fuerzas de bajo impacto en el momento

que contacta con el balón, lo que produce adaptaciones morfológicas y neuromusculares que son también asimétricas. Entonces, se puede suponer que la pierna de soporte esté más entrenada en absorber el peso del cuerpo y en desacelerar su masa ya sea para cambiar de dirección con o sin el balón como para permitir la transferencia de la fuerza acumulada durante la acción previa al golpeo, por lo que podría justificar que el COD_{inh} muestre una diferencia significativa con el COD_{hab}. Esto se ve reforzado por la investigación de Condello, Kernozek, et al., (2015) quienes probaron que en un COD de 60° la pierna inhábil fue capaz de producir los mayores valores de fuerzas de reacción contra el suelo - del inglés ground reaction forces - en adelante GRF, tanto en sentido vertical como medio - lateral, siendo significativamente mayores los valores para GRF_v. Además, probaron que el mismo cambio de dirección podría ser ejecutado de diferentes maneras, afectando así el tiempo total de ejecución de la prueba. Según los autores, con la pierna inhábil se produjeron cambios de dirección más agudos, mientras que recorridos más redondeados se produjeron en el sentido de la pierna hábil, reafirmando la idea de que la pierna inhábil por las características intrínsecas del deporte está más preparada para las tareas de cambio de dirección que la pierna hábil. Por el contrario, Foueskis et al., (2010) sugieren que las asimetrías entre miembros tienden a reducirse con el proceso de entrenamiento, por lo que hubiera sido interesante realizar estas mismas evaluaciones a diferentes grupos etarios de manera de poder comparar los resultados.

6. Conclusiones

Los descubrimientos del presente estudio sugieren que en un grupo de jugadores de fútbol profesional de tercera división del fútbol uruguayo, no existió una asimetría de fuerza significativa entre sus miembros inferiores y ésta no afectó ni predijo el rendimiento en sprints lineales de 10 y 20 metros ni los resultados de las pruebas de cambio de dirección. Por otra parte, existió una marcada diferencia entre los cambios de dirección realizados con pierna hábil e inhábil, lo que sugiere la necesidad de analizar con mayor profundidad otros factores determinantes del cambio de dirección tales como la capacidad de los MMII de desacelerar el peso del cuerpo (fuerza excéntrica), el sentido y dirección de las fuerzas de reacción contra el suelo, y los tiempos de contacto del paso de cambio de dirección, entre otros.

A nuestro conocimiento, este es el primer estudio de este tipo que se realiza en nuestro país, lo que supone la apertura de una nueva línea de investigación que puede enriquecer el campo de la Educación Física en Uruguay y producir aportes que sirvan de sustento para entrenadores, preparadores físicos y demás.

Este estudio se realizó en el año 2020 durante la pandemia de COVID-19, lo que dificultó la tarea de encontrar un plantel en actividad con el cuál realizar el experimento, así como el proceso de recolección de datos, pudiendo haber limitado el alcance de los resultados obtenidos.

7. Aplicaciones prácticas.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se sugiere la implementación del salto con contramovimiento unilateral como evaluación funcional de los miembros inferiores con el objetivo de hallar asimetrías potencialmente lesivas mas no como un indicador de rendimiento deportivo. Por otra parte, se recomienda tal como sugiere Condello, Kernozek, et al., (2015) el entrenamiento de cambio de dirección con ambas piernas para favorecer un mayor desarrollo de la lateralidad en los deportistas a la vez que se exponen, tal como sugieren Hart, Nimphius., et al (2016) a variadas combinaciones de fuerza gravitacional, de impacto y muscular de manera de producir mayores y mejores adaptaciones morfológicas que favorezcan la resiliencia músculo-esquelética de los MMII de los deportistas.

Referencias bibliográficas

- Arcos, A., Aramendi, J., Emparanza, J., Castagna, C., Yanci, J., Lezáun, A., & Martínez-Santos, R. (2020). Assessing Change of Direction Ability in a Spanish Elite Soccer Academy. *Journal of Human Kinetics*, 72(1), 229–239. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0109>
- Balsalobre-Fernandez, C & Jimenez-Reyes, P. (2014). *Entrenamiento de fuerza. Nuevas perspectivas metodológicas (1ª ed.)* http://www.carlos-balsalobre.com/Entrenamiento_de_Fuerza_Balsalobre&Jimenez.pdf
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Bishop, C., Berney, J., Lake, J., Loturco, I., Blagrove, R., Turner, A., & Read, P. (2019). Bilateral Deficit During Jumping Tasks: Relationship With Speed and Change of Direction Speed Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Publicación anticipada en línea. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003075>
- Bishop, C., Brashill, C., Abbott, W., Read, P., Lake, J., & Turner, A. (2019). Jumping Asymmetries Are Associated With Speed, Change of Direction Speed, and Jump Performance in Elite Academy Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Publicación anticipada en línea. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003058>
- Bishop, C., Turner, A., Maloney, S., Lake, J., Loturco, I., Bromley, T., & Read, P. (2019). Drop Jump Asymmetry is Associated with Reduced Sprint and Change-of-Direction Speed Performance in Adult Female Soccer Players. *Sports*, 7(1), 29. <https://doi.org/10.3390/sports7010029>
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(1), 63–70.
- Bompa, T. (2006). *Periodización del entrenamiento deportivo (2ª edición)*. Paidotribo
- Castillo-Rodríguez, A., Fernández-García, J. C., Chinchilla-Minguet, J. L., & Carnero, E. Á. (2012). Relationship Between Muscular Strength and Sprints with Changes of Direction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 725–732. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822602db>
- Condello, G., Kernozek, T. W., Tessitore, A., & Foster, C. (2016). Biomechanical analysis of a change-of-direction task in college soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(1), 96–101. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0458>
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 205–212. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105950>

- Healy, R., Smyth, C., Kenny, I. C., & Harrison, A. J. (2019). Influence of Reactive and Maximum Strength Indicators on Sprint Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(11), 3039–3048. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002635>
- Hart, N. H., Nimphius, S., Weber, J., Spiteri, T., Rantalainen, T., Dobbin, M., & Newton, R. U. (2016). Musculoskeletal Asymmetry in Football Athletes: A Product of Limb Function over Time. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(7), 1379–1387. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000897>
- Hooper, S. L., & Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring Overtraining in Athletes: Recommendations. *Sports Medicine*, 20(5), 321–327. <https://doi.org/10.2165/00007256-199520050-00003>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Maffiuletti, N., & Marcora, S. M. (2007). A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(11), 2044–2050. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31814fb55c>
- Lockie, R. G., Callaghan, S. J., Berry, S. P., Cooke, E. R. A., Jordan, C. A., Luczo, T. M., & Jeffriess, M. D. (2014). Relationship between unilateral jumping ability and asymmetry on multidirectional speed in team-sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3557–3566. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000588>
- Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Abad, C. C. C., Rosseti, M., Carpes, F. P., & Bishop, C. (2019). Do asymmetry scores influence speed and power performance in elite female soccer players? *Biology of Sport*, 36(3), 209–216. <https://doi.org/10.5114/biol sport.2019.85454>
- Loturco, I., Jeffreys, I., Abad, C. C. C., Kobal, R., Zanetti, V., Pereira, L. A., & Nimphius, S. (2019). Change-of-direction, speed and jump performance in soccer players: a comparison across different age-categories. *Journal of Sports Sciences*, 38(11-12), 1279–1285. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1574276>
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551–555. <https://doi.org/10.1519/1533-4287>
- McElveen, M., Riemann, B., & Davies, G. (2010). Bilateral comparison of propulsion mechanics during single-leg vertical jumping. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 375–381. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c06e0b>
- Meylan, C., McMaster, T., Cronin, J., Mohammad, N. I., Rogers, C., & deKlerk, M. (2009). Single-Leg Lateral, Horizontal, and Vertical Jump Assessment: Reliability, Interrelationships, and Ability to Predict Sprint and Change-of-Direction Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1140–1147. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318190f9c2>
- Miñano-Espín, F. J. (2015). *Análisis de la actividad física competitiva en jugadores de fútbol de un equipo de excelencia*. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid] Repositorio

- Nimphius, S., Geib, G., Spiteri, T., & Calisle, D. (2013). “Change of direction deficit” measurement on Division I American football players. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 21(2), 115–117.
- Nygaard Falch, H., Guldteig Rædergård, H., & Van den Tillaar, R. (2020). Relationship of Performance Measures and Muscle Activity between a 180° Change of Direction Task and Different Countermovement Jumps. *Sports*, 8(4), 47. <https://doi.org/10.3390/sports8040047>
- Popowczak, M., Rokita, A., Świerzko, K., Szczepan, S., Michalski, R., & Maćkała, K. (2019). Are Linear Speed and Jumping Ability Determinants of Change of Direction Movements in Young Male Soccer Players? *Journal of Sports Science & Medicine*, 18(1), 109–117. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30787658>
- Raya-González, J., Bishop, C., Gómez-Piqueras, P., Veiga, S., Viejo-Romero, D., & Navandar, A. (2020). Strength, Jumping, and Change of Direction Speed Asymmetries Are Not Associated With Athletic Performance in Elite Academy Soccer Players. *Frontiers in Psychology*, 11, 175. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00175>
- Sassi, R., Dardouri, W., Yahmed, M., Gmada, N., Mahfoudhi, M., & Gharbi, Z. (2009). Relative and Absolute Reliability of a Modified Agility T-test and Its Relationship With Vertical Jump and Straight Sprint. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1644–1651. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b425d2>
- Sheppard, J., & Young, W. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>
- Siff, M., & Verhoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento* (2ª ed.). Paidotribo
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. In *Sports Medicine*, 35(6), 501–536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285–288. <https://doi.org/10.1136/bjism.2002.002071>
- Yanci, J., Los Arcos, A., Mendiguchia, J., & Brughelli, M. (2014). Relationships between sprinting, agility, one- and two-leg vertical and horizontal jump in soccer players. *Kinesiology*, 46(2), 194–201.
- Young, W., & Farrow, D. (2006). A review of agility: Practical applications for strength and conditioning. *Strength and Conditioning Journal*, 28(5), 24–29. [https://doi.org/10.1519/1533-4295\(2006\)28](https://doi.org/10.1519/1533-4295(2006)28)
- Zatsiorsky, V. & Kraemer, W. (2006). *Science and Practice of Strength training*. (2ª edición). Human Kinetics

Apéndice 1: Consentimiento informado

El propósito de este documento de consentimiento es informar a los participantes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de esta, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación es conducida por Sebastián Canale, Lucas Italiano, Bruno Lopez y Agustín Yauza y se enmarca en el proyecto de trabajo final de grado “Relación entre la asimetría de fuerza entre miembros inferiores y la velocidad en sprints lineales y cambios de dirección en jugadores de fútbol” desarrollado en el Instituto Superior de Educación Física. Este proyecto es tutorado por Andrés González

El estudio pretende explicar la relación entre las asimetrías de fuerza de los miembros inferiores y la velocidad en sprint lineales y cambios de dirección en jugadores de fútbol.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá ser testeado en su capacidad de producir fuerza vertical unilateral con sus miembros inferiores realizando un salto con contramovimiento unilateral, su capacidad de desarrollar aceleración y velocidad máxima en pruebas de sprint de 10,20 y 30 metros así como su competencia en sprints con cambios de dirección de 90° y 180°.

Aunque los riesgos de sufrir una lesión son muy bajos por las cargas con que se trabajará, se recuerda que saltar con cargas sin la preparación física adecuada y/o sin haber sido practicado con anterioridad podría generar lesiones.

La participación en este estudio es totalmente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Las pruebas serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que esto implique consecuencia de tipo alguno.

Desde ya se agradece su participación.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por Sebastián Canale, Lucas Italiano, Bruno López y Agustín Yauza y he sido informado debidamente del proceso en que participaré.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento.

He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactarme directamente con Lucas Italiano a través de los siguientes medios: Lucasitaliano7@gmail.com o al 092091636.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar a cualquiera de los medios anteriormente mencionados.

Nombre del Participante

Firma del Participante

Fecha

(en letra de imprenta)