

EFECTOS DEL TRABAJO ESPECÍFICO DE LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN EN LA VELOCIDAD DE LOS MOVIMIENTOS CURVILÍNEOS EN EL FÚTBOL

Máster Preparación física en Fútbol



Universidad de
Castilla-La Mancha



UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
REAL FEDERACIÓN DE FÚTBOL DE MADRID
ASOCIACIÓN DE PREPARADORES FÍSICOS DE FÚTBOL

Autores: **Javier Gereda Arriola y Javier Vidal Terrer**

Director: **Jose Ángel García Redondo**

Promoción: **2021-2022**

ÍNDICE

Página

1. Resumen y palabras clave.....	3
2. Introducción.....	4
3. Objetivos.....	6
4. Metodología.....	6
4.1. Participantes.....	6
4.2. Procedimiento.....	7
4.3. Material utilizado.....	22
4.4. Método.....	23
5. Resultados.....	23
6. Discusión.....	26
7. Conclusiones.....	37
8. Limitaciones de estudio y futuras líneas de investigación.....	37
9. Referencias bibliográficas.....	38

1.- RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Objetivos: La velocidad en el fútbol, se debe entender como una capacidad que influye no solo en los sprints lineales, sino también en un amplio espectro de movimientos multidireccionales, como son los cambios de dirección o los sprints curvos. En ambas acciones, el futbolista debe resistir a las fuerzas que intervienen, mientras mantiene el control y el equilibrio corporal. El estudio tuvo como objetivo el observar los efectos del trabajo específico de los cambios de dirección y fuerza específica en la velocidad de los movimientos curvilíneos en el fútbol.

Participantes: 18 jugadores juveniles, pertenecientes a la cantera de un club europeo de primera división, nacidos en el año 2005.

Metodología: Se realizó un protocolo de 6 semanas de intervención diferente para cada grupo de la muestra del estudio. El grupo 1 realizó un trabajo de analítico sobre la técnica y patrones de movimiento de los COD en 180° junto con un trabajo de fuerza general; el grupo 2 realizó también ese trabajo de analítico sobre la técnica y patrones de movimiento de los COD, combinado con un trabajo de fuerza específica basada en el método resistido y vector horizontal.

Resultados: Los resultados presentan mucha similitud al comparar al grupo 1 con el grupo 2. En ambos grupos, se encontraron diferencias muy significativas en los resultados obtenidos, antes y después del proceso de intervención, en el Test 505 Modified CoD, obteniendo tiempos más altos en los test realizados de manera posterior al proceso de intervención. En cuanto al Test Sprint Curvo, no se encontraron diferencias significativas, al comparar el pre- y post-test en ninguno de los dos grupos.

Conclusiones: No existe ningún efecto ligado a la velocidad de los movimientos curvilíneos en el fútbol en el trabajo específico de cambios de dirección. El entrenamiento de fuerza específica de los COD no tiene influencia en la mejora en la velocidad de los movimientos curvilíneos en el fútbol.

Palabras clave: Método resistido, vector horizontal, velocidad multidireccional, fuerza centrípeta, técnica.

2.- INTRODUCCIÓN

En el fútbol, se habla de la manifestación de constantes transiciones entre esfuerzos de alta y baja intensidad durante los partidos; esfuerzos de carácter multidireccional y, en muchos casos, esos movimientos que se realizan son de carácter espontáneo (Martín-García et al., 2018). En este sentido, las acciones de alta intensidad no son cíclicas y dependen de las situaciones tácticas que surjan en el juego. De la distancia total que se recorre durante un partido, entre el 8-12% son acciones de alta intensidad o de sprint, y aunque este tipo de acciones reflejen una relativamente pequeña parte de la distancia total recorrida, están muy frecuentemente incorporadas en las acciones más decisivas de la competición (Mohr et al., 2003; Rampinini et al., 2007; Faude et al., 2012; Haugen et al., 2014), y a lo largo de los años, este tipo de esfuerzos ha aumentado progresivamente (Barnes et al., 2014). El concepto de velocidad en los deportes de equipo, y concretamente en el fútbol, se debe entender como una capacidad no lineal, sino multidireccional. La velocidad multidireccional se podría definir como la habilidad y capacidad de acelerar, desacelerar, cambiar de dirección y mantener velocidad en múltiples direcciones y movimientos, dentro de un contexto de escenarios específicos del deporte (McBurnie y Dos Santos, 2021). Los componentes que formarían esta capacidad serían la velocidad lineal, los cambios de dirección, la velocidad curvilínea, la velocidad contextual, las desaceleraciones y la agilidad (McBurnie y Dos Santos, 2021). La velocidad curvilínea, sinónimo de carrera arqueada, velocidad curva y sprint curvo, podría definirse como la porción de carrera vertical completada con la presencia de algún grado de curvatura (Caldbeck, 2019). También se ha definido como un sprint con cambio de dirección discreto, gradual y continuo (Fíltér et al., 2020); y son acciones que se repiten constantemente durante el juego, ya sea para realizar un movimiento de apoyo o ruptura, perseguir o evadir a un adversario, evitar el fuera de juego, etc. Durante el desplazamiento curvilíneo, con cambio de dirección o no lineal, se debe contrarrestar la fuerza centrífuga producida por la inercia del movimiento, ejerciendo lo que se conoce como fuerza centrípeta (Dixon et al., 2000). Esta fuerza contrarresta la fuerza centrífuga que actúa en un objeto y que ejerce una fuerza en este, que si no es contrarrestada el desplazamiento perdería la curvatura y sería lineal (Granero, 2020). De tal forma

que, los movimientos curvilíneos demandan al futbolista a generar una cantidad suficiente de fuerza centrípeta para no ser desviado de su trayectoria, mientras se alcanzan o se mantienen altas velocidades (Dingwell y Cusumano, 2015; Granero, 2020). En cuanto a las características de los sprints curvilíneos en el fútbol, algunos autores demostraron que los movimientos en curva se producen con mayor frecuencia en un radio de 3,5-11 metros y dependen de la velocidad del movimiento (Fílder et al., 2020). A diferencia de un cambio de dirección leve, un sprint en curva no contiene un movimiento de desaceleración abrupto y, a diferencia de un sprint lineal, cada pierna desempeña un papel diferente. Cabe destacar que entre el 83% y el 88% de los sprints que se realizan durante la competición en una liga de fútbol profesional, son de trayectoria curva (sprints curvos) (Caldbeck, 2019). Otro de los elementos de la velocidad multidireccional, sobre el cual la fuerza centrípeta tiene una influencia significativa, es en los cambios de dirección. Estos se podrían definir como la habilidad para desacelerar, invertir o cambiar la dirección del movimiento y volver a acelerar (Jones et al., 2009) o, como la reorientación y cambio en la trayectoria del centro de masa de todo el cuerpo hacia una nueva dirección prevista (Dos Santos et al., 2019). Así como en el sprint curvo, el futbolista debe resistir a las fuerzas generadas durante un giro, mientras mantiene el control y el equilibrio corporal. Utilizando diferentes medios de entrenamiento y buscando la máxima eficiencia en cuanto al tiempo de entrenamiento, los entrenadores y preparadores físicos deberán mejorar la capacidad física, mecánica y técnica de sus futbolistas para acelerar, desacelerar, cambiar de dirección y alcanzar velocidades máximas tanto lineales como curvilíneas; ya que esto mejorará la agilidad y el rendimiento en la "velocidad de juego", ofreciendo al jugador más posibilidades o soluciones en cuanto al movimiento, para que luego puedan aplicarlo durante la competición. A partir de las consideraciones previamente mencionadas, dadas las importantes implicaciones de la fuerza centrípeta generada en los movimientos multidireccionales, y el subsecuente efecto en el rendimiento durante la competición, el objetivo del presente estudio fue analizar los efectos del trabajo específico de los cambios de dirección en la velocidad de los movimientos curvilíneos en el fútbol.

3.- OBJETIVOS

-Objetivo principal: Analizar los efectos de un trabajo específico de los cambios de dirección en la velocidad de los movimientos curvilíneos en el fútbol.

-Objetivo secundario: Analizar el nivel de influencia del trabajo analítico de la técnica de los COD en 180° en la velocidad de los cambios de dirección y/o movimientos curvilíneos en el fútbol.

-Objetivo secundario: Analizar el nivel de influencia del entrenamiento de fuerza específica (método resistido y pliometría en vector horizontal) en la velocidad de los cambios de dirección y/o movimientos curvilíneos en el fútbol.

4.- METODOLOGÍA

4.1. Participantes. Equipo cantera de la comunidad de Madrid, concretamente, la categoría juvenil y competición "Primera División Autonómica Juvenil (RFFM)". Se trata de un equipo que entrena 4 días por semana con un partido los fines de semana como microciclo usualmente practicado. Dicho equipo, se prestó voluntario para participar en el presente estudio de carácter observacional. La muestra total utilizada se divide en dos grupos: -Grupo 1: muestra de 8 jugadores (cuatro jugadores con regularidad de régimen titular y cuatro jugadores con regularidad de régimen suplente; de los 8 jugadores cuatro son defensores, dos son mediocentros y dos son delanteros); -Grupo 2: muestra de 10 jugadores (seis jugadores con regularidad de régimen titular y cuatro jugadores con regularidad de régimen suplente; de los 10 jugadores cuatro son defensores, tres son mediocentros y tres son delanteros). Se trata de una muestra heterogénea, cuya edad de todos participantes se corresponden con el año 2005. Todos los jugadores de la muestra total son nacidos en España.

A continuación, se muestran diversas tablas demostrativas sobre diferentes características de los grupos para la intervención del estudio:

Tabla 1. Características antropométricas de los grupos participantes en el estudio, medidas por la báscula de bioimpedancia bipolar TANITA® (Modelo UM-076).

Características descriptivas de los grupos			
Estadísticos Descriptivos			
		Media	Desviación Típica
Peso (kg)	Grupo 1	68.188	4.426
Peso (kg)	Grupo 2	71.290	5.769
Altura (m)	Grupo 1	1.766	0.026
Altura (m)	Grupo 2	1.772	0.053
IMC	Grupo 1	21.887	1.598
IMC	Grupo 2	22.675	1.082
%Grasa	Grupo 1	11.625	2.490
%Grasa	Grupo 2	12.610	1.311

Grupo 1 conformado por 8 jugadores. Grupo 2 conformado por 10 jugadores.

4.2. Procedimiento. Una vez establecidos los grupos de trabajo, se realizaron dos test a los dos grupos: 1) Test para la medición de la velocidad de los movimientos curvilíneos; 2) Test para la medición de la velocidad de los cambios de dirección. El primer test (1) en cuestión, se trata de un test para medir la velocidad del sprint curvo para jugadores de fútbol <<Curve Sprint Test for Soccer Players>> (Fílder, 2019). El test de Sprint Curvo es un test altamente fiable que consiste en:

-Prueba de sprint en curva. La trayectoria utilizada para medir el sprint en curva fue el arco del área de penalti (campo de fútbol reglamentario), el cual tiene las siguientes características (Figura 1 y figura 2):

- Radio (desde el punto de penalti): 9,15 metros.
- Distancia del punto inicial al punto final de la curva en línea recta: 14,6 metros.
- Amplitud del ángulo desde el punto de penalti: 105,84°.
- Distancia total de la curva de sprint: 17 metros (obtenido a través de trigonometría básica análisis).

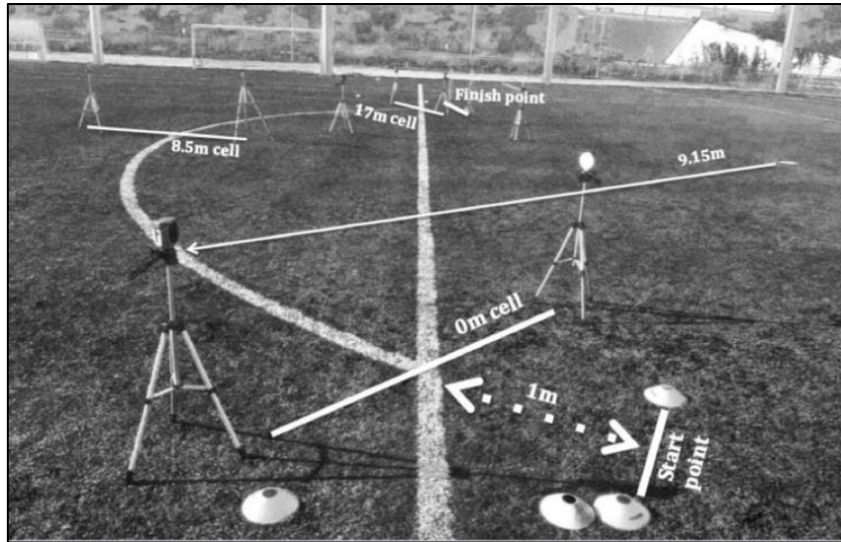


Figura 1. Características de las medidas del recorrido de la prueba de sprint curvo (Fílder, 2019).



Figura 2. Espacio real para la prueba de sprint curvo llevada a cabo con la muestra del estudio.

Previo a la realización del primer test, los jugadores recibieron las siguientes instrucciones antes de ejecutar la prueba de sprint curvo:

1. Iniciar el sprint desde detrás de la línea de salida (1 m de distancia hasta la primera puerta de cronometraje establecida).
2. Siga la línea del arco del área de penalti como línea guía.
3. Si no corres en la línea guía, la prueba no se considerará válida.
4. La carrera debe hacerse a máxima velocidad.
5. Después de recibir el visto bueno, puedes comenzar cuando estés listo.

En segundo lugar, el segundo test (2) que se llevó a cabo fue la prueba para la medición de cambios de dirección, conocida como “Modified 505 Test”, se trata de una versión modificada sobre el test original (“505 Test”) (Draper y Lancaster, 1985) en cuanto a términos de distancias a recorrer. El test “505 Modificado” es un test altamente fiable que consiste en:

-Prueba “Modified 505 Test”. La trayectoria utilizada para medir la velocidad de los cambios de dirección es de 5 metros en línea recta hasta el punto de retorno (momento de deceleración), en el cual se realizará un cambio de dirección de 180° (momento de aceleración) para volver hasta el punto de inicio, el cual tiene las siguientes características (Figura 3 y figura 4):

- Distancia del punto inicial al punto final (retorno) del test: 5 metros.
- Distancia inicial de partida del sujeto: 1 metro por detrás del punto de inicio del test.
- Distancia total recorrida por el sujeto: 11 metros (6 metros hasta el punto de retorno y 5 metros hasta el punto de inicio).

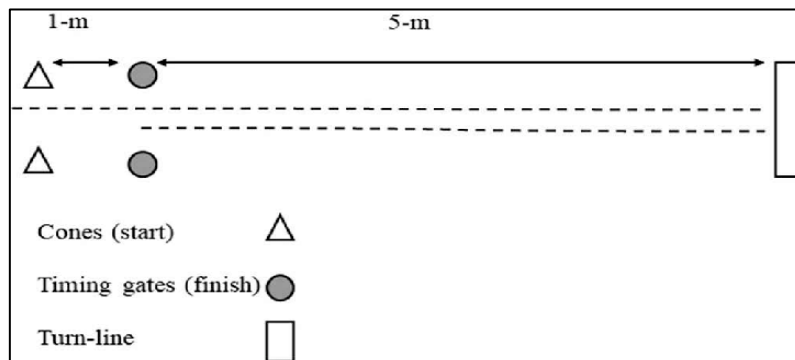


Figura 3. Características de las medidas del recorrido de la prueba 505 modificado (Taylor, 2018).



Figura 4. Espacio real para el test “505 Modificado” llevado a cabo con la muestra del estudio.

Previo a la realización del segundo test, los jugadores recibieron las siguientes instrucciones antes de ejecutar la prueba de cambios de dirección:

1. Iniciar la carrera desde detrás de la línea de salida (1 m de distancia hasta la primera puerta de cronometraje establecida).
2. Toque el punto de retorno, mínimo, con uno de los dos pies.
3. Vuelva al punto de inicio tras tocar el punto de retorno.
4. La carrera debe hacerse a máxima velocidad.
5. Después de recibir el visto bueno, puedes comenzar cuando estés listo.

Por otro lado, es importante destacar que los futbolistas asistieron a una sesión experimental, en la cual se realizó una familiarización con ambos test y, dos simulacros o ejecuciones de las pruebas. Además, se introdujo, previo a las pruebas, unos ejercicios de calentamiento, los cuales fueron:

- 1) Carrera aeróbica durante 5 minutos de trote a un ritmo autorregulado por cada jugador para sí mismo.
- 2) Serie de ejercicios de movilidad dinámica tanto de miembros superiores como de inferiores.
- 3) Realización de 3 pruebas submáximas de sprints en curva para el test de sprint curvo; Realización de 3 pruebas submáximas de cambios de dirección en 180° para el test "505 Modificado".

Los sujetos realizaron con éxito tres veces cada prueba (se registró el promedio de los tres intentos), con un total de seis esfuerzos por cada prueba con tres minutos de recuperación entre cada una y un minuto y treinta segundos entre series:

- Test Sprint curvo: [3 x sprint con curva por el perfil derecho + 3 x sprint con curva por el perfil izquierdo].
- Test 505 Modificado: [3 x ejecuciones de la prueba aplicando fuerza en el momento de retorno con el pie derecho + 3 x ejecuciones de la prueba aplicando fuerza en el momento de retorno con el pie izquierdo].

Durante la recopilación de datos, se utilizaron tres juegos de puertas de temporización para el test de sprint curvo ubicadas en el inicio (0 metros), en el punto intermedio con la máxima angulación percibida (8,5 metros) y punto final

(17 metros) (véase en las anteriores figuras 1 y 2). Esto permitió recoger los datos de tiempos totales y tiempos en el intervalo de máxima angulación del sprint curvilíneo. Por otro lado, se utilizó un solo juego de puertas de temporización para la recopilación de datos del test "505 Modificado", el cual se establecía como punto de inicio de final de la prueba (véase en las anteriores figuras 3 y 4).

Todos los jugadores recuperaron el mismo tiempo entre cada ejecución de ambas pruebas. Cada uno de los tiempos de repetición se midió con un sistema de células fotoeléctricas fijado a 90 cm de altura, para todas las puertas de temporización ubicada en una de los dos trípodes. Todas las pruebas se realizaron bajo condiciones similares condiciones ambientales (13-16°C, y 35-39% de humedad relativa), sobre la superficie de césped artificial. Los datos fueron recopilados a mediados del periodo competitivo liguero.

Posteriormente a los test, se aplicaron dos protocolos de intervención diferentes para cada grupo. Por un lado, el grupo 1, tuvo que realizar únicamente trabajo analítico de cambios de dirección, el cual, está sustentado científicamente para desarrollo de la habilidad de los cambios de dirección, mientras el grupo 2 realizó el mismo protocolo que el grupo 1, en cuanto a trabajo específico de cambios de dirección, además de un trabajo complementario de fuerza específica (método resistido y pliometría en vector horizontal). Dichas intervenciones se han realizado en un periodo de 6 semanas; dos veces por semana; los días miércoles y jueves de cada microciclo; durante el periodo competitivo ligero de la temporada 2021-2022. Como mencionamos en el primer apartado de la metodología, se trata de un equipo cuyo microciclo usual es el de 4 días semanales de entrenamiento (lunes, miércoles, jueves y viernes) junto con la competición uno de los días del fin de semana, es decir, un total de 5 días de exposición a la práctica deportiva.

Las intervenciones llevadas a cabo en los dos grupos mencionados de la muestra seleccionada para el estudio fueron las siguientes:

- 1) Trabajo específico de cambios de dirección (COD) en campo. Este trabajo se trata de una gran variedad de ejecuciones analíticas específicas de los cambios de dirección observables en el deporte en cuestión, las cuales fueron integradas

como parte posterior a los calentamientos realizados los días correspondientes de intervención seleccionados en el microciclo, sin formar parte de la parte principal de la sesión de entrenamiento. Este trabajo llevado a cabo durante las 6 semanas de intervención, y haciendo uso racional de los principios del entrenamiento (Matveev, 1983; Platonov, 1988; Verjoshanki, 1990), fue evolucionando de lo simple a lo complejo e incrementándose pues, el nivel de complejidad e intensidad a medida que transcurría el periodo de intervención.

2) Trabajo de fuerza específica en los cambios de dirección. Este trabajo trata de un protocolo de ejercicios contrastados por una base científica que evidencian efectos positivos en los cambios de dirección y en su realización, el cual fue integrado como parte complementaria a la sesión de entrenamiento, pero formando parte del bloque condicional a trabajar en la sesión los días correspondientes de intervención seleccionados en el microciclo. Este trabajo al igual que el anteriormente mencionado, llevado a cabo durante las 6 semanas, y haciendo uso racional de los principios del entrenamiento (Matveev, 1983; Platonov, 1988; Verjoshanki, 1990), fue evolucionando de lo simple a lo complejo e incrementándose pues, el nivel de complejidad e intensidad a medida que transcurría el periodo de intervención. Cabe recordar que este último trabajo, sólo lo llevó a cabo el grupo 2.

A continuación, se muestra el marco temporal y de trabajo para la intervención del estudio:

Tabla 3. Cuadrante de la temporalidad y el trabajo de la intervención de 6 semanas realizada en el estudio.

TRABAJO/ TEMPORALIDAD	FUERZA	COD
<u>SEMANA 1</u> 14-20 Feb. 2022	FUERZA ORIENTADA AL DEPORTE	PATRONES BÁSICOS I (Bloque teórico-técnico aplicado)
<u>SEMANA 2</u> 21-27 Feb. 2022	FUERZA ORIENTADA AL DEPORTE	PATRONES BÁSICOS I (Bloque teórico-técnico aplicado)
<u>SEMANA 3</u> 28-6 Mar. 2022	FUERZA ESPECÍFICA CoD(s) 1	PATRONES BÁSICOS II (Bloque técnica avanzada)
<u>SEMANA 4</u> 7-13 Mar. 2022	FUERZA ESPECÍFICA CoD(s) 2	PATRONES BÁSICOS II (Bloque técnica avanzada)

SEMANA 5 14-20 Mar. 2022	FUERZA ESPECÍFICA CoD(s) 3	PATRONES BÁSICOS III (Bloque velocidad)
SEMANA 6 21-27 Mar. 2022	FUERZA ESPECÍFICA CoD(s) 4	PATRONES BÁSICOS III (Bloque velocidad)

En primer lugar, cuanto a la selección de los ejercicios para los patrones básicos de movimiento de los cambios de dirección (COD) de 180°, protocolo de trabajo de carácter analítico realizado por ambos grupos de la muestra, diseñado siguiendo una progresión adecuada según las bases teóricas expuestas en los estudios de los últimos años, en los cuales se ha sugerido que el cambio de dirección (COD) proporciona la base física, mecánica y técnica para un rendimiento eficaz de la agilidad, la cual se basa en la interacción entre la velocidad, la desaceleración, la mecánica y la capacidad física del sujeto (Dos Santos et al., 2019). Concretamente, la capacidad de desacelerar rápidamente, girar en 180° y volver a acelerar (Cambio de dirección de 180°) se considera una cualidad física importante en los deportes multidireccionales (fútbol, netball, cricket y baloncesto) (Young y Rogers, 2013). Por ejemplo, los jugadores de fútbol realizan aproximadamente 100 giros de entre 90–180° en la competición. En primera instancia, para realizar una propuesta adecuada sobre la metodología de aprendizaje del COD, debemos conocer sus cuatro fases para una correcta ejecución:

- 1) Aceleración inicial
- 2) Desaceleración preliminar – Penúltimo contacto del pie
- 3) Contacto final del pie o Fase de impulso del pie
- 4) Re-aceleración

Dichas fases, dependen del escenario específico del deporte, la velocidad de entrada, el ángulo previsto de COD, la capacidad física del atleta y las cualidades neurocognitivas (Dos Santos et al., 2019), y la técnica de los COD debe entrenarse dentro de su contexto deportivo específico basado en los patrones de movimiento de iniciación, transición y actualización del deporte (Jeffreys, 2011). Además, en diversos estudios mencionados de Spiteri et al. (2013) y Spiteri et al. (2015) sólo examinaron el contacto final del pie, mientras que estudios recientes han destacado el papel del penúltimo contacto durante el momento de corte y el pivote (cambios de dirección de 180°) para la prevención de lesiones

(Jones et al., 2016) y el rendimiento deportivo (Dos Santos et al., 2017). Siguiendo la misma línea de contenidos, se ha observado que tiempos de contacto con el suelo reducidos significan que los deportistas pasan menos tiempo desacelerando y propulsándose en la nueva dirección, lo que resulta en un tiempo total menor y, por tanto, en un mayor rendimiento del cambio de dirección, al efectuarse más rápido. Diversos estudios han demostrado dicha afirmación y corroboran una correlación negativa entre el contacto con el suelo y el tiempo total del COD (Dos Santos et al., 2017; Marshall et al., 2014), y con ello, destacan que los tiempos de contacto con el suelo más cortos están asociados con un mayor rendimiento general en el COD.

De esta forma nace para evaluar la calidad de ejecución del COD, gracias al estudio de Dos Santos, McBurnie, et al. (2019a), en el cual, desarrollaron una herramienta de detección basada en el campo de puntuación de evaluación del movimiento del COD (CMAS) para evaluar la calidad del movimiento de cambio de dirección lateral en relación con el riesgo potencial de lesión del LCA sin contacto en función de 9 ítems. Así pues años más tarde los mismos autores publican una revisión que contiene procedimientos metodológicos, guías operativas, imágenes de ejemplo y recomendaciones de capacitación sobre las mejores prácticas e implementación de la herramienta CMAS (Dos Santos, Thomas, et al., 2021b).

Tabla 4. Adaptación al castellano de la herramienta de puntuación de evaluación del movimiento de corte (CMAS).

Adaptado de Dos Santos, Thomas, et al. (2021).

Cámara recomendada	Variable	Observación	Puntuación
Penúltimo contacto del pie			
Lateral/20-45°	1. Clara estrategia de frenado PFC <ul style="list-style-type: none"> •Inclinación del tronco hacia atrás •Posición amplia de COM a COP: colocación anterior del pie •Desaceleración efectiva - contacto con el talón PFC 	S/N	S=0/N=1
Contacto final del pie			
Frontal/20-25°	2. Distancia inicial planta-pierna lateral; Amplia (A), Moderada (M) o Estrecha (E)	A/M/E	A=2/M=1/E=0
Frontal/20-25°	3. Rotación interna inicial de la cadera	S/N	S=1/N=0
Frontal/20-25°	4. Valgo de rodilla inicial	S/N	S=1/N=0
Las 3 cámaras	5. Pie en una posición no neutra	S/N	S=1/N=0
Frontal/20-25°	Posición del tronco en el plano frontal/transversal en relación con la dirección prevista; Lateral (L), Vertical (V) o Medial (M) durante el contacto	L,TR/U/M	L,TR=2/V=1 /M=0
Lateral/20-45°	Tronco erguido o inclinado hacia atrás durante el contacto	S/N	S=1/N=0
Lateral/20-45°	Flexión de rodilla limitada durante el contacto final ($\leq 30^\circ$)	S/N	S=1/N=0
Frontal/20-25°	Excesivo "valgo" de la rodilla durante el contacto	S/N	S=1/N=0
CMAS Bajo ≤ 3 CMAS Moderado 4-6 CMAS Alto ≥ 7		Puntuación total	<u> </u> /11

PFC= Penúltimo contacto de pie; COM: Centro de masa; COP: Centro de presión; TR: Rotación de tronco; S: Sí; N: No.

Si en la ejecución del COD, el jugador muestra alguna de estas características/déficits, se le otorga una determinada puntuación (observada en la propia tabla con sus referencias de puntuación cualitativas de “CMAS Bajo” con una puntuación ≤ 3 hasta un “CMAS Alto” con una puntuación ≥ 7). Por tanto, si la suma total se acerca al valor de “11”, representa que tiene una técnica más deficitaria y con un riesgo más alto de lesión, además de mostrar momentos de abducción de rodilla mayores (Dos Santos, McBurnie, et al., 2019a; Dos Santos, Thomas, et al., 2021b). Esta herramienta fue comparada con el denominado “Gold estándar” que es el análisis del movimiento en tres dimensiones o 3D, en el que se observó una alta relación entre CMAS y momentos de abducción extremos de rodilla observados con fotogrametría 3D. Además, valores de CMAS más altos se asocian con perfiles de deportistas con mecánicas de alto riesgo (Dos Santos, McBurnie, et al., 2019a).

Por ello, gracias a esta anterior herramienta y la abundante bibliografía científica de los últimos cinco años (Dos Santos, McBurnie, et al., 2019a; Dos Santos, McBurnie, et al., 2019b; Dos Santos, McBurnie, et al., 2019c; Dos Santos et al, 2017; Dos Santos et al., 2019; Dos Santos, Thomas, et al., 2021b; McBurnie y Dos Santos, 2021) sobre la metodología de aprendizaje y/o aplicación práctica y teórica de los COD para la consecución de un mayor rendimiento deportivo, y otros programas de interés de carácter más general para el desarrollo y mejora de la agilidad y el sprint (Hoffman et al., 2004; Hoffman, 2005) hemos planteado el siguiente protocolo de trabajo para los patrones básicos de movimiento de los cambios de dirección (COD) de 180° , propuesta de trabajo de carácter analítico realizado por ambos grupos de la muestra:

Tabla 5. Parte del protocolo de intervención para ambos días (miércoles y jueves) basado en el trabajo analítico de patrones de movimiento de los cambios de dirección (CoDs). Elaboración propia.

TRABAJO ANALÍTICO PATRONES MOVIMIENTO PARA LOS CoDs (AMBOS GRUPOS)					
MIÉRCOLES (X)	SELECCIÓN DE EJERCICIOS	VOLUMEN	JUEVES (J)	SELECCIÓN DE EJERCICIOS	VOLUMEN
PATRONES BÁSICOS I (Bloque teórico-técnico aplicado)	PRESENTACIÓN DE LA INTERVENCIÓN A REALIZAR (EN POWERPOINT) DURANTE LAS PRÓXIMAS SEMANAS; EXPLICACIÓN DE LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN, FASES DEL MISMO...	-	PATRONES BÁSICOS I (Bloque teórico-técnico aplicado)	TRABAJO ANALÍTICO I DE LAS FASES DEL COD 180° (POR PAREJAS); EJECUCIÓN INDIVIDUAL ESTÁTICA Y POSTERIOR FEEDBACK DEL COMPAÑERO	3x5rep/lado
PATRONES BÁSICOS I (Bloque teórico-técnico aplicado)	TRABAJO ANALÍTICO II DE LAS FASES DEL COD 180° (POR PAREJAS); EJECUCIÓN INDIVIDUAL ESTÁTICA Y POSTERIOR FEEDBACK DEL COMPAÑERO	3x5rep/lado	PATRONES BÁSICOS I (Bloque teórico-técnico aplicado)	TRABAJO ANALÍTICO III DE LAS FASES DEL COD 180° (POR PAREJAS); EJECUCIÓN INDIVIDUAL ESTÁTICA Y POSTERIOR FEEDBACK DEL COMPAÑERO	3x6rep/lado
PATRONES BÁSICOS II (Bloque técnica avanzada)	INTRODUCCIÓN AL WALL DRILL EN PLANO FRONTAL Y PLANO SAGITAL (LATERAL)	Cada ejercicio [2x4rep/lado]	PATRONES BÁSICOS II (Bloque técnica avanzada)	TRABAJO RESISTIDO DE LA TÉCNICA DE CARRERA EN LA FASE DE ACELERACIÓN	2x5/lado
	TRABAJO RESISTIDO CON GOMAS DE LA TÉCNICA DEL PASO CRUZADO	2x5/lado			
PATRONES BÁSICOS II (Bloque técnica avanzada)	WALL DRILL EN PLANO FRONTAL Y PLANO SAGITAL (LATERAL)	Cada ejercicio [2x4rep/lado]	PATRONES BÁSICOS II (Bloque técnica avanzada)	TRABAJO RESISTIDO CON GOMAS DE LA TÉCNICA DEL PASO CRUZADO	2x3/lado
	WALL DRILL EN PLANO FRONTAL CON ENLACE A SPRINT	1x3/lado		TRABAJO RESISTIDO DE LA TÉCNICA DE CARRERA EN LA FASE DE DECELERACIÓN (PENÚLTIMO APOYO)	2x5/lado
PATRONES BÁSICOS III (Bloque velocidad)	TRABAJO ANALÍTICO DE CAMBIO DE DIRECCIÓN CON AYUDA DE VALLAS MEDIANAS (MOVIMIENTO COMPLETO)	2x4/lado	PATRONES BÁSICOS III (Bloque velocidad)	TRABAJO ANALÍTICO DE CAMBIO DE DIRECCIÓN CON AYUDA DE VALLAS MEDIANAS (MOVIMIENTO COMPLETO)	2x4/lado
PATRONES BÁSICOS III (Bloque velocidad)	TRABAJO ANALÍTICO DE CAMBIO DE DIRECCIÓN CON AYUDA DE VALLAS MEDIANAS (MOVIMIENTO COMPLETO)	2x4/lado	PATRONES BÁSICOS III (Bloque velocidad)	TRABAJO ANALÍTICO DE CAMBIO DE DIRECCIÓN CON AYUDA DE VALLAS MEDIANAS (MOVIMIENTO COMPLETO)	2x4/lado

Descanso entre series empleado para el volumen realizado de trabajo fue entre 70-90 segundos en función de la percepción subjetiva del esfuerzo del jugador. ***Cargas todos ejercicios:** entorno al 0-5% del peso corporal. ***Tiempo total por unidad de sesión:** 15 minutos

En segundo lugar, en cuanto a la selección de ejercicios de fuerza específica para los COD, protocolo de trabajo de carácter resistido realizado por uno de los grupos de la muestra (grupo 2), fue diseñado siguiendo una progresión adecuada según las bases teóricas expuestas para la mejora del rendimiento en la velocidad de los COD desde el punto de vista de la aplicación de la fuerza y prevención de lesiones. Pues un 60-67 % de las lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA) sin contacto en el rugby se producen durante el cambio de dirección lateral (Montgomery et al., 2018) , mientras que en el fútbol (Waldén et al., 2015) también se asocia con lesiones del LCA sin contacto.

En cuanto al trabajo realizado, el protocolo ha tenido la fundamentación en el método resistido (MR), el cuál es un medio efectivo para mejorar la velocidad y la aceleración en la carrera (Harrison y Bourke, 2009), la cual es uno de los factores más importantes en la primera y/o última fase de la habilidad de cambiar de dirección (Dos Santos et al., 2019). Existen diversas modalidades de MR que involucran al jugador corriendo con una carga adicional usando un trineo cargado, un chaleco o un paracaídas, o en dunas de arena (Harrison y Bourke, 2009). El entrenamiento de velocidad de sprint con el MR en comparación con el método tradicional con el peso corporal (MT) ha demostrado diferencias destacables entre las dos condiciones en los ángulos de los bloques articulares que van desde el tronco, muslo y rodilla, concluyendo que el uso de trineos de arrastre y chalecos en la carrera de sprint tienen diferentes efectos sobre la cinemática, por lo tanto, cambian la sobrecarga experimentada por los grupos musculares (Cronin et al., 2008). Anteriormente en diversos estudios, se han investigado los efectos de diferentes protocolos de entrenamiento, incluyendo MR y pliométrico en comparación con el MT para analizar los cambios en cinemática de la fase de aceleración, fuerza y potencia en atletas de deportes de conjunto (Lockie et al., 2012). En dicho estudio, Lockie et al., (2012) reportaron que la dosis correcta a la hora de administrar las cargas al deportista, cada protocolo de entrenamiento puede ser eficaz en la mejora de la aceleración. Además, en cuanto el entrenamiento pliométrico según el estudio de McCormick et al. (2016), el trabajo pliométrico en el plano sagital mejora el salto vertical, sin embargo el trabajo pliométrico en el plano frontal tiene mejores efectos en los COD y en los saltos laterales. Ello apoya el vector fuerza en cuanto a la teoría de transferencia del entrenamiento (citado de Granero, 2020). Por otro lado,

comparando los efectos de un protocolo de entrenamiento (Spinks et al., 2007) en jugadores de fútbol, rugby y fútbol australiano, utilizando MR y MT, los autores han reportado que ambos métodos son igualmente efectivos para el rendimiento en sprint, remarcando además que, el MR de entrenamiento proporciona un estímulo (carga) a la mecánica de aceleración y al reclutamiento de los extensores de cadera y rodilla, lo que resulta en una mayor aplicación de fuerza horizontal. Además, se ha observado en diferentes estudios (Bernard et al., 2017; Peduzzi De Castro et al., 2021), que la capacidad de generación de fuerza hacia la rotación interna de la cadera aumenta a medida que se flexiona la cadera, pues en la activación del glúteo mayor en la flexión de cadera superior de 80° es sustancial, actuando como abductor de la cadera, sin embargo en grados de 0-45 (°) la activación apenas se da, mientras que el glúteo medio es el mayor participante. Por otro lado, el glúteo mayor aumenta su grado de activación cuando se extiende la cadera con una rotación interna de 20° y abducción de 15° (Schmitz et al., 2002), de ahí la importancia del glúteo a la hora de realizar acciones que impliquen abducción, extensión, flexión y rotación interna de la cadera. La literatura revisada permite mostrar la relevancia que tienen los músculos glúteo mayor y bíceps femoral en la estabilidad de la articulación sacroilíaca (Sánchez et al., 2018). Por ello, la importancia de incluir ejercicios de extensión de cadera como el “*hip-thrust*” que implican flexión de rodilla y son muy populares para mejorar la fuerza muscular entre otros aspectos (Granero, 2020).

Observando pues la importancia, entre otros aspectos, del vector y/o dirección del movimiento en términos de trabajo de fuerza, es por esto que cerca del 100% de la selección de los ejercicios para el protocolo de fuerza específica realizado uno de los grupos de la muestra en cuestión tiene un denominador común, el vector horizontal. Pues según Granero (2020), en recientes investigaciones que el entrenamiento de fuerza con una dirección horizontal (plano frontal) y ejercicios pliométricos (plano frontal) son más importantes para mejorar el COD que los tradicionales sobre una dirección vertical (plano sagital). Por lo que si se entrena la fuerza en un determinado vector, la transferencia será mayor en aquellas acciones deportivas que se den en dicha dirección vectorial (Domínguez, 2020).

Por ello, el diseño de trabajo de fuerza específica ha seguido la misma línea que los estudios anteriormente mencionados. A continuación, en las siguientes tablas observaremos el protocolo de trabajo atendiendo a la parte de fuerza específica realizado por, únicamente, el grupo 2:

Tabla 6. Parte del protocolo de intervención para el miércoles basado en el método resistido y trabajo de fuerza en el vector horizontal.

TRABAJO DE FUERZA (X) – VECTOR HORIZONTAL Y LASTRADO							
GRUPO CONTROL	SELECCIÓN DE EJERCICIOS	VOLUMEN	PESO (kg)	GRUPO EXPERIMENTAL	SELECCIÓN DE EJERCICIOS	VOLUMEN	PESO (kg)
EJERCICIOS FUERZA ORIENTADA AL DEPORTE 1	Hip-Thrust con barra	3x6reps/lado	15/25				
	Curl excéntrico Aductor	3x6reps/lado	6/8				
	Swing Ketelbell	3x8rep	8/12				
	Hang Squat Clean	3x8rep	10/20				
EJERCICIOS FUERZA ORIENTADA AL DEPORTE 2	Hip-Thrust con barra	3x8reps/lado	15/25				
	Curl Nórdico isquiosurales	2x5reps	-				
	Sentadilla con rebote (previo entre fases)	3x6reps	15/20				
	Flexo-extensión de gemelos	2x6reps	15/20				
EJERCICIOS FUERZA ORIENTADA AL DEPORTE 3	Flexo-extensión de gemelos	2x8reps	15/20	EJERCICIOS FUERZA ESPECÍFICA CODs 1	Empuje frontal de barra en TRX	2x6reps/lado	30
	Peso muerto SL con zancada a banco	2x6reps/lado	10/20		Peso muerto con zancada a banco	2x6reps/lado	15/20
	Sentadilla Excéntrica en cinturón ruso	2x6rep	6/8		Arrastre lateral en trineo	2x5rep/lado	10 + trineo
	Hip-thrust unipodal con gomas explosivo	2x8rep/lado	6/10		Wall Drill con goma (fase triple-flexión)	2x6rep/lado	Goma verde
EJERCICIOS FUERZA ORIENTADA AL DEPORTE 4	Hang Squat Clean	3x6reps	10/20	EJERCICIOS FUERZA ESPECÍFICA CODs 2	Empuje frontal de barra en TRX	2x8reps/lado	30/40
	Flexo-extensión de cadera en polea	3x 8reps	20/30		Flexo-extensión de cadera en polea	3x6reps	30/40
	Swing Ketelbell	2x8rep	8/12		Arrastre frontal en trineo (carrera lastrada)	2x5 reps	10 + trineo
	Empuje rotacional de aductor (CORE)	2x8rep/lado	6/8		Sentadilla Excéntrica en cinturón ruso	2x6rep	6/8
EJERCICIOS FUERZA ORIENTADA AL DEPORTE 5	Hang Squat Clean	3x8reps	15/25	EJERCICIOS FUERZA ESPECÍFICA CODs 3	Arrastre lateral en trineo	3x4reps/lado	10/15 + trineo
	Flexo-extensión de cadera en polea	3x8reps	20/30		Flexo-extensión de cadera en polea	3x8reps	40/50
	Empuje lateral arrodillado con lanzamiento a pared	2x6rep/lado	6/8		Empuje lateral arrodillado con lanzamiento a pared	2x 6rep/lado	6/8
	Peso muerto SL con Zancada triple-flexión	2x6rep/lado	15/20		Arrastre frontal en trineo (Carrera lastrada)	2x5reps	10/15 + trineo
EJERCICIOS FUERZA ORIENTADA AL DEPORTE 6	Hang Squat Clean	3x8reps	15/25	EJERCICIOS FUERZA ESPECÍFICA CODs 4	Peso muerto SL con Zancada triple-flexión	2x6rep/lado	20/30
	Flexo-extensión de cadera en polea	3x8reps	20/30		Arrastre lateral en trineo	3x4reps/lado	15 + trineo
	Empuje lateral arrodillado con lanzamiento a pared	2x6rep/lado	6/8		Flexo-extensión de cadera en polea	3x8reps	40/50
	Peso muerto SL con Zancada triple-flexión	2x6rep/lado	15/20		Empuje lateral arrodillado con lanzamiento a pared	2x 6rep/lado	6/8
					Arrastre frontal en trineo (Carrera lastrada)	2x5reps	15 + trineo
					Peso muerto SL con Zancada triple-flexión	2x6rep/lado	20/30

*Descanso entre series empleado para el volumen realizado de trabajo fue entre 70-120 segundos en función de la percepción subjetiva del esfuerzo del jugador. *Arrastre frontal y lateral de trineo: 1ª semana con cargas en torno al 46-62% del Peso corporal; 2ª semana con cargas en torno al 46-62% del Peso corporal; 3ª semana con cargas en torno al 62-70% del Peso corporal; 4ª semana con cargas en torno al 67-70% del Peso corporal. *Cargas para el resto ejercicios: entorno al 40-65% del RM. *Tiempo total por unidad de sesión: 25 minutos

Tabla 7. Parte del protocolo de intervención para el jueves basado en el trabajo de pliometría en el vector horizontal.

TRABAJO DE FUERZA (J) – PLIOMETRÍA VECTOR HORIZONTAL							
GRUPO CONTROL	SELECCIÓN DE EJERCICIOS	VOLUMEN	PESO (kg)	GRUPO EXPERIMENTAL	SELECCIÓN DE EJERCICIOS	VOLUMEN	PESO (kg)
EJERCICIOS FUERZA ORIENTADA AL DEPORTE 1	Salto lateral unipodal en valla pequeña	2x6reps/lado	-	EJERCICIOS FUERZA ESPECÍFICA CODs 1	Zancadas Laterales	2x4reps/lado	-
	Salto frontal + Salto lateral a vallas pequeñas (coordinación)	2x6reps/lado	-		Salto bipodales horizontales	2x5reps	-
	Segundos de triple	3x6reps/lado	-		Rebotes en cuña (Aplicación de fuerza lateral)	2x6/lado	-
EJERCICIOS FUERZA ORIENTADA AL DEPORTE 2	Drop jump unipodal (15cm) + zancada lateral	2x6 reps/lado	-	EJERCICIOS FUERZA ESPECÍFICA CODs 2	Cambios dirección 45°+ Salto Lateral + Zancada Lateral	2x4reps/lado	-
	Salto frontal a valla mediana	2x6reps	-		Drop jumps unipodales laterales con resistencia elástica (frenada)	2x5reps	Goma
	Segundos de triple	2x8reps/lado	-		Salto bipodales horizontales Lastrados	2x4/lado	5/mano
EJERCICIOS FUERZA ORIENTADA AL DEPORTE 3	Drop-jump unipodal (15cm) + zancada lateral	2x4reps/lado	-	EJERCICIOS FUERZA ESPECÍFICA CODs 3	Cambios dirección 45°+ Salto Lateral + Zancada Lateral	2x4reps/lado	-
	Drop-jump (30cm) + salto frontal a valla mediana	2x 4reps	-		Sentadilla con salto asistida (goma)	2x4reps	-
	Salto frontal + Salto lateral a valla pequeña (coordinación)	2x4reps/lado	-		Drop jump unipodal (15cm) + zancada lateral a cajón (40cm) con resistencia elástica	2x4/lado	Goma
	Zancadas laterales reactivas con goma resistidas	2x3-4/lado	-		Salto unipodales horizontales a valla mediana	2x4/lado	-
EJERCICIOS FUERZA ORIENTADA AL DEPORTE 4	Drop-jump unipodal (15cm) + zancada lateral	2x4reps/lado	-	EJERCICIOS FUERZA ESPECÍFICA CODs 4	Salto frontal lastrado	2x5	Goma
	Drop-jump (30cm) + salto frontal a valla mediana	2x 4reps	-		Zancadas laterales con coordinación lastre	2x4/lado	8/10
	Cambios dirección 45°+ Salto Lateral + Zancada Lateral	2x4reps/lado	-		Drop jump unipodal (15cm) + zancada lateral a cajón (40cm) con resistencia elástica	2x4/lado	Goma
	Salto frontales seguidos reactivos a vallas mediana	2x5reps	-		Salto unipodales horizontales a valla mediana	2x4/lado	-

*Descanso entre series empleado para el volumen realizado de trabajo fue entre 70-90 segundos en función de la percepción subjetiva del esfuerzo del jugador. *Cargas para todos los ejercicios: entorno al 8-13% del peso corporal. *Tiempo total por unidad de sesión: 15 minutos

4.3. Material utilizado. Destacar que todo el material empleado para la realización del estudio, fue gracias a los recursos que el club del Getafe C.F. S.A.D. nos brindó para llevar a cabo las evaluaciones y las intervenciones realizados durante el estudio. Por un lado, el material utilizado para la realización de los test pre y post intervención fue:

- (3) Células fotoeléctricas Microgate Witty ® (Italia).
- (6) Puertas de temporización
- Programa Microgate Witty ®
- Excel ® 2019 (Microsoft Office ®), programa utilizado para recopilar los datos obtenidos
- Cinta métrica
- Medidas del campo de fútbol (arco del área de penalti)
- Juego de conos, para establecer distancias a recorrer en las pruebas
- Báscula de Bioimpedancia Tanita ® (Modelo UM-076).

Por otro lado, el material empleado para la intervención llevada a cabo, en primer lugar para el trabajo específico de cambios de dirección en campo (intervención realizada por los dos grupos de la muestra utilizada), fue la mayoría materiales generales y comunes también utilizados para otras disciplinas y/o tareas del deporte del fútbol así como conos, setas, picas y vallas de diferente altura. Luego, en cuanto a la intervención complementaria y/o específica del grupo 2, utilizamos los recursos que el gimnasio de la ciudad deportiva del club presentaba, procedentes y proporcionados por la empresa de material deportivo Ranking ©. Este material es el propio y adecuado para la realización de los trabajos de fuerza. Se trata de una amplia gama de pesos libres (mancuernas, barras, pesas rusas, balones medicinales y sacos de diferentes pesos), bancos, superficies de soporte elevadas (cajones) y/o superficies con determinado grado inclinación, cinturones rusos, TRX, fitballs y una amplia gama de material elástico (gomas con diferente grado de tensión y/o componente elástico). Además, para el MR utilizamos un trineo de arrastre (REF: 56823) cuyo peso neto era de 32,7 kg.

4.4. Método.

Análisis estadístico

Los datos se presentan como valores medios (mediana y media) y desviación típica. La normalidad de todas las variables utilizadas en los análisis estadísticos mencionados fue comprobada utilizando el contraste de normalidad de Shapiro-Wilk. Para realizar una comparativa entre las valoraciones iniciales de ambos grupos (PRE-test), se utilizó un Contraste T para muestras independientes y valorar si estos podían variar de manera significativa los unos con los otros, teniendo que aplicar el ajuste de Welch para realizar el análisis. Se utilizó un Contraste T para muestras emparejadas para contrastar y evaluar los efectos del proceso de intervención que se realizó con ambos grupos (1 y 2), aplicándose la prueba Student y Wilcoxon en función a los valores encontrados al realizar los contrastes de normalidad. Para el registro de los datos se ha utilizado el software Microsoft Office Excel-2018, mientras que todos los análisis estadísticos y los análisis gráfico fueron realizados utilizando el paquete estadístico JASP 0.16.1 para Mac y el nivel de significación admitido fue de $p < 0.05$.

5.- RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las mediciones pre- y post-intervención.

Tabla 8. Análisis de los resultados pre-intervención.

Análisis de Tests Pre-Intervención

Contraste T para Muestras Independientes

	Prueba	Estadístico	p	D de Cohen
Test Sprint Curvo PD PRE	Student	-2.404	0.029	-1.141
	Welch	-2.577	0.022	-1.182
Test Sprint Curvo PI PRE	Student	-1.056	0.307	-0.501
	Welch	-1.097	0.289	-0.511
Test 505 Modified CoD D PRE	Student	0.233	0.819	0.110
	Welch	0.226	0.824	0.109
Test 505 Modified CoD I PRE	Student	-1.082	0.295	-0.513
	Welch	-1.009	0.337	-0.494

*Existen diferencias significativas entre el grupo Grupo 1 y Grupo 2 para el Test Sprint Curvo PD PRE, $p < 0,05$. El Grupo 2 presenta valores de tiempo iniciales significativamente mayores, en comparación del grupo Grupo 1; D = pierna derecha; I = pierna izquierda; PD = perfil derecho; PI = perfil izquierdo; PRE = test pre-intervención; POST = test post-intervención

Se realizó este análisis con el objetivo de conocer cómo eran los valores iniciales de ambos grupos (1 y 2), y ver si estos podían variar de manera significativa los

unos con los otros. Como se observa en la Tabla 8, únicamente se encontraron diferencias, que podríamos resaltar como significativas, entre ambos grupos en el Test Sprint Curvo de perfil derecho; en donde el grupo 2 presenta valores, en cuanto a la realización del tiempo del test, mayores en comparación a los del grupo 1.

Tabla 9. Análisis descriptivo de los resultados obtenidos por ambos grupos en el Test 505 modified CoD, pre- y post-intervención.

Test 505 Modified CoD Pre-Post Intervención				
Estadísticos Descriptivos				
		Mediana	Media	Desviación Típica
Test 505 Modified CoD D PRE	Grupo 1	2.350	2.325	0.072
Test 505 Modified CoD D PRE	Grupo 2	2.320	2.318	0.056
Test 505 Modified CoD D POST	Grupo 1	2.390	2.409	0.065
Test 505 Modified CoD D POST	Grupo 2	2.485	2.496	0.075
Test 505 Modified CoD I PRE	Grupo 1	2.320	2.311	0.071
Test 505 Modified CoD I PRE	Grupo 2	2.350	2.339	0.036
Test 505 Modified CoD I POST	Grupo 1	2.435	2.422	0.041
Test 505 Modified CoD I POST	Grupo 2	2.490	2.500	0.074

**D = pierna derecha; I = pierna izquierda; PRE = test pre-intervención; POST = test post-intervención*

Tabla 10. Análisis descriptivo de los resultados obtenidos por ambos grupos en el Sprint Curvo, pre- y post-intervención.

Test Sprint Curvo Pre-Post Intervención				
Estadísticos Descriptivos				
		Mediana	Media	Desviación Típica
Test Sprint Curvo PD PRE	Grupo 1	2.565	2.551	0.041
Test Sprint Curvo PD PRE	Grupo 2	2.610	2.626	0.080
Test Sprint Curvo PD POST	Grupo 1	2.590	2.533	0.108
Test Sprint Curvo PD POST	Grupo 2	2.620	2.612	0.097
Test Sprint Curvo PI PRE	Grupo 1	2.580	2.575	0.069
Test Sprint Curvo PI PRE	Grupo 2	2.605	2.618	0.097
Test Sprint Curvo PI POST	Grupo 1	2.610	2.575	0.111
Test Sprint Curvo PI POST	Grupo 2	2.670	2.651	0.077

**PD = perfil derecho; PI = perfil izquierdo; PRE = test pre-intervención; POST = test post-intervención*

En la tabla 9 y la 10, se observa la descripción de los resultados en las 2 mediciones que se realizaron a los jugadores. En ellas podemos observar los valores de media, mediana y desviación típica que se obtuvieron al realizar el análisis, tanto del grupo 1 como del grupo 2.

Tabla 11. Resultados del grupo 1 en las mediciones pre- y post-intervención.

Resultados Grupo 1

Contraste T para Muestras Emparejadas

Measure 1		Measure 2	Prueba	p	Magnitud del Efecto
Test 505 Modified CoD D PRE	-	Test 505 Modified CoD D POST	Student	0.009	-1.259
			Wilcoxon	0.016	-0.944
Test 505 Modified CoD I PRE	-	Test 505 Modified CoD I POST	Student	0.002	-1.714
			Wilcoxon	0.014	-1.000
Test Sprint Curvo PD PRE	-	Test Sprint Curvo PD POST	Student	0.646	0.170
			Wilcoxon	0.726	-0.167
Test Sprint Curvo PI PRE	-	Test Sprint Curvo PI POST	Student	1.000	0.000
			Wilcoxon	0.945	-0.056

**Existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para antes y después de la intervención, en el Test 505 Modified. No existen diferencias significativas ($p > 0,05$) para antes y después de la intervención, en el Test Sprint Curvo. D = pierna derecha; I = pierna izquierda; PD = perfil derecho; PI = perfil izquierdo; PRE = test pre-intervención; POST = test post-intervención*

En cuanto al grupo 1, se encontraron diferencias muy significativas en los resultados obtenidos, antes y después del proceso de intervención, en el Test 505 Modified CoD en ambos perfiles, aunque siendo mayores para el perfil izquierdo (tabla 11); obteniendo tiempos más altos en los test realizados de manera posterior al proceso de intervención. En Test Sprint Curvo, no se encontraron diferencias significativas, para ninguna de las dos piernas al comparar el pre- y post-test.

Tabla 12. Resultados del grupo 2 en las mediciones pre- y post-intervención.

Resultados Grupo 2

Contraste T para Muestras Emparejadas

Measure 1		Measure 2	p	D de Cohen
Test 505 Modified CoD D PRE	-	Test 505 Modified CoD D POST	< .001	-2.881
Test 505 Modified CoD I PRE	-	Test 505 Modified CoD I POST	< .001	-2.449
Test Sprint Curvo PD PRE	-	Test Sprint Curvo PD POST	0.631	0.157
Test Sprint Curvo PI PRE	-	Test Sprint Curvo PI POST	0.357	-0.307

**Existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para antes y después de la intervención, en el Test 505 Modified. No existen diferencias significativas ($p > 0,05$) para antes y después de la intervención, en el Test Sprint Curvo. D = pierna derecha; I = pierna izquierda; PD = perfil derecho; PI = perfil izquierdo; PRE = test pre-intervención; POST = test post-intervención*

En cuanto al grupo 2, se encontraron diferencias muy significativas en los resultados obtenidos, antes y después del proceso de intervención, en el Test 505 Modified CoD en ambos perfiles, aunque siendo mayores para el perfil derecho (tabla 12); obteniendo tiempos más altos en los test realizados de manera posterior al proceso de intervención. En Test Sprint Curvo, no se encontraron diferencias significativas, para ninguna de las dos piernas al comparar el pre- y post-test.

6.- DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue analizar la influencia del trabajo específico realizado, para la mejora de la velocidad de los cambios de dirección, en la velocidad de los movimientos curvilíneos. Se pudo observar que los efectos del trabajo específico, para la mejora de la velocidad de los cambios de dirección, en la velocidad de los movimientos curvilíneos en el fútbol, no ha sido positivo puesto que la mejora del rendimiento en los test de dichas variables no ha sido significativa en la muestra evaluado. También, se ha comprobado que los efectos del trabajo analítico, para la mejora de la técnica y/o patrones de movimiento de los cambios de dirección, en la velocidad de los movimientos curvilíneos, no ha sido positivo sobre la muestra, puesto que la mejora del rendimiento en la muestra de estudio no ha sido significativa. Por último, el trabajo de entrenamiento de fuerza específica (método resistido y pliometría en vector horizontal) para la mejora de la velocidad de los cambios de dirección, no ha tenido una influencia positiva para la mejora en la velocidad de los movimientos curvilíneos en el fútbol, puesto que no ha existido ninguna mejora del rendimiento en el grupo 2, en relación a los resultados obtenidos en los test que se plantearon.

Por un lado, se hizo una revisión sobre el trabajo analítico de la técnica y/o patrones de movimientos específicos para los COD en 180°, el cual, nos ayuda no sólo a mejorar el rendimiento en la velocidad y/o ejecución de los COD (Dos Santos, McBurnie, et al., 2019b), sino también a detectar si la técnica de nuestro deportista es deficitaria, lo cual supone un riesgo más alto de lesión, además de mostrar momentos de abducción de rodilla mayores, entre otros aspectos importantes (Dos Santos, McBurnie, et al., 2019a; Dos Santos, Thomas, et al., 2021b). Por otro lado, también se hizo una revisión de artículos sobre el trabajo de fuerza lastrado o método resistido (MR) en el que se ha observado que tiene gran influencia en la mejora de velocidad y aceleración (Spinks et al., 2007; Harrison y Bourke, 2009; Lockie et al., 2012), aspectos importantes en la velocidad de los COD, además del trabajo de fuerza en el vector horizontal, como es el de la pliometría en el plano frontal, el cual también tiene mejores efectos en los COD (McCormick et al., 2016; Granero, 2020).

Autores y año	Muestra	Intervención	Resultados	Conclusiones
Dos Santos, McBurnie, et al., 2019b	<p>Jugadores de fútbol masculino jóvenes.</p> <p>Grupo experimental: (U17, n = 8)</p> <p>Grupo de control (U18s, n = 11)</p>	<p>6 semanas de entrenamiento sobre el rendimiento y la calidad del movimiento del cambio de dirección.</p> <p>Se utilizó la herramienta de evaluación cualitativa del puntaje de evaluación del movimiento de corte (CMAS)</p> <p>La intervención de modificación de la técnica de 6 semanas se centró en desaceleraciones y giros de baja intensidad planificados previamente (semanas 1 y 2), antes de aumentar la intensidad a través de la velocidad y el ángulo (semanas 3 y 4) [27 , 36 , 39] e introducir un estímulo con mayor intensidad (semanas 3-6). Cada sesión tuvo una duración de 20 minutos. El programa COD estaba de acuerdo con las recomendaciones de velocidad COD de la NSCA</p>	<p>Se observaron efectos de interacción significativos de tiempo y grupo para los tiempos de finalización del corte, los déficits de DQO y los CMAS. Mejoras en el tiempo de finalización ($p < 0,001$, $g = 1,63-1,90$, -9% a -11% frente a -5% a 6%) y déficit de DQO ($p \leq 0,012$, $g = -1,63$ a $-2,43$, $-40-52\%$ vs. -22% a -28%) para el grupo de intervención COD (GI) fueron aproximadamente dos veces mayores que el GC. Además, los CMAS más bajos (es decir, una mejor calidad del movimiento de corte) solo se observaron en el GI ($p \leq 0,025$, $g = -0,85$ a $-1,46$, -23% a -34% vs. $6-19\%$) en comparación con el GC.</p>	<p>Los cambios positivos en los CMAS se atribuyeron a la mejora de la técnica de corte y la reducción de la incidencia de déficits de alto riesgo, como la flexión lateral del tronco, las posturas de rodilla extendida, el valgo de la rodilla, la rotación interna de la cadera y la mejora de las estrategias de frenado.</p> <p>Los resultados de este estudio indican que el entrenamiento de modificación de la técnica y la velocidad COD, además del entrenamiento de las habilidades normales y la fuerza, mejora el rendimiento de corte y la calidad del movimiento en los jugadores de fútbol juveniles masculinos.</p>
Lockie et al., 2012	<p>Atletas de deportes de campo (edad = $23,1 \pm 4,2$ años) se dividieron en 4 grupos experimentales (FST: n = 9; WT: n = 8; PT: n = 9; RST: n = 9)</p>	<p>Este estudio evaluó 4 protocolos comunes (entrenamiento de sprint libre [FST], entrenamiento con cargas altas [WT], entrenamiento pliométrico [PT] y entrenamiento de sprint resistido [RST])</p> <p>2 sesiones de 60 minutos por semana durante 6 semanas de intervención</p>	<p>Todos los grupos aumentaron la velocidad de 0 a 5 m y de 0 a 10 m en un 9-10 %. Los grupos WT y PT aumentaron la velocidad de 5 a 10 m en aproximadamente un 10 %. Todos los grupos aumentaron la longitud del paso en todos los intervalos de distancia. El grupo FST disminuyó el tiempo de vuelo de 0 a 5 m, y la frecuencia de paso en todos los intervalos y aumentó el tiempo de contacto de 0 a 5 m, y de 0 a 10 m.</p> <p>Por otro lado, el grupo FST mejoró la potencia horizontal medida por una prueba de 5 límites. Los grupos FST, PT y RST mejoraron el índice de fuerza reactiva derivado de un salto con caída de 40 cm, lo que indica una mayor capacidad de estiramiento y acortamiento de los músculos durante el rebote de los impactos.</p>	<p>La longitud del paso fue el principal factor limitante del rendimiento de sprint para los atletas en este estudio.</p> <p>Administrado correctamente, cada protocolo de entrenamiento puede ser eficaz para mejorar la aceleración. Para aumentar la longitud del paso y mejorar la aceleración, los atletas de deportes de campo deben desarrollar una potencia reactiva y horizontal específica.</p>
Harrison y Bourke , 2009	<p>15 jugadores semiprofesionales masculinos de rugby (edad= $20,5 \pm 2,8$ años), fueron asignados aleatoriamente a grupos de control o RS (experimental).</p> <p>*Dominaban el entrenamiento en trineo resistido.</p>	<p>2 sesiones por semana de entrenamiento RS durante 6 semanas de intervención , y el grupo de control no hizo entrenamiento del RS.</p> <p>Después del calentamiento, los sujetos realizaron seis sprints máximos de 20 m usando el trineo con peso, con 4 minutos de descanso pasivo entre cada sprint. Los sujetos completaron dos sesiones de entrenamiento por semana durante un período de 6 semanas, con un total de 12 sesiones de entrenamiento en total..</p>	<p>Se realizaron pruebas previas y posteriores a la intervención de sprint de 30 m en un sistema de trineo de fuerza, y pruebas de saltos de caída, sentadilla y rebote. Se utilizó un dispositivo de medición láser para obtener medidas de velocidad y distancia durante todas las pruebas de carrera. Se utilizó un dispositivo de medición láser para obtener medidas de velocidad y distancia.</p> <p>Los resultados muestran una disminución estadísticamente significativa en el tiempo de 5 m para el sprint de 30 m para el grupo RS ($p = 0,02$). Las pruebas de sentadilla con salto y salto con caída también mostraron aumentos significativos en la fuerza inicial ($p = 0,004$) y la altura saltada ($p = 0,018$) para el grupo RS desde las sesiones previas a las posteriores a la evaluación.</p>	<p>Los resultados sugieren que puede ser beneficioso emplear una intervención de entrenamiento de RS con el objetivo de aumentar la aceleración inicial desde un inicio estático para carreras de velocidad.</p>
Spinks et al., 2007	<p>30 jugadores de fútbol (n=8), rugby (n=10) y fútbol australiano</p>	<p>Los participantes fueron asignados aleatoriamente a 1 de 3 protocolos de intervención: (a) entrenamiento de sprint de 8 semanas de dos sesiones de 1 h x semana</p>	<p>Este estudio examinó los efectos del sprint resistido (RS) entrenamiento (lastre de trineo con peso) en rendimiento de aceleración (0-15 m), potencia de piernas (salto con contramovimiento [CMJ], prueba de 5 saltos [5BT] y salto</p>	<p>Estos hallazgos sugieren que el entrenamiento RS no afectará negativamente la cinemática de aceleración y la marcha.</p>

	(n=12) (Edad= 21,8 ± 4,2)	(-1) más entrenamiento de sprint resistido (RS) (grupo RS, n = 10); (b) entrenamiento de 8 semanas sin resistencia. programa de entrenamiento de velocidad (sprint no resistido) de dos sesiones de 1 h x semana (-1) (grupo NRS, n = 10), o (c) control (n = 10).	con caída de 50 cm [50DJ]), marcha tiempo de contacto, longitud de zancada, frecuencia de zancada, longitud de zancada y tiempo de vuelo) y cinemática articular (hombro, codo, cadera y rodilla. Los resultados indicaron que un programa de entrenamiento RS de 8 semanas (a) mejora significativamente el rendimiento de la aceleración y la potencia de las piernas (CMJ y 5BT), pero no es más efectivo que un programa de entrenamiento NRS de 8 semanas, (b) mejora significativamente la fuerza reactiva (50DJ) y (c) tiene un impacto mínimo en la marcha y la cinemática de la parte superior e inferior del cuerpo durante el rendimiento de aceleración en comparación con un programa de entrenamiento NRS de 8 semanas.	Aunque aparentemente no es más efectivo que el entrenamiento NRS, esta modalidad de entrenamiento proporciona un estímulo de sobrecarga para la mecánica de aceleración y el reclutamiento de los extensores de cadera y rodilla, lo que resulta en una mayor aplicación de potencia horizontal.
<p>Dos Santos, Thomas, et al., 2021a</p>	<p>25 jugadores masculinos (aficionados/semiprofesionales) de deportes multidireccionales</p> <p>Grupo experimental (GI): Edad 23.5 ± 5,2 - n= 13 (10= fútbol; 3= rugby)</p> <p>Grupo de control (GC): Edad 22.2 ± 5,0 n = 12 (19= fútbol; 4= rugby; hockey hierba= 1)</p>	<p>Se realizó un protocolo de intervención de 6 semanas para el GI sobre la modificación de la técnica del COD y la mejora de la velocidad del mismo, a través de 2 sesiones por semana (30 min por sesión, ≥48 h entre sesiones) el día del partido +2/+3 (48–72 h después del partido) y el día del partido –2 (48 h antes del partido).</p> <p>Este protocolo se basó en el trabajo específico de desaceleraciones, cortes y giros de baja intensidad planificados previamente (semanas 1 y 2), antes de progresar en la intensidad a través de la velocidad y el ángulo (semanas 3 a 4), e introducir un estímulo con mayor intensidad (semanas 3 a 6) para aumentar la complejidad, la integridad de la técnica objetivo (reforzar la técnica óptima) y proporcionar variación dentro del marco de desarrollo COD.</p>	<p>Todos los sujetos realizaron el test 505 modificado (6 esfuerzos), en los que se evaluaron los cambios biomecánicos antes y después de la intervención mediante un análisis de movimiento tridimensional. Además de los datos de marcador y fuerza se recolectaron sobre el PFC y el FFC usando diez cámaras infrarrojas Qualisys Oqus 7 (240 Hz) operando a través del software Qualisys Track Manager y GRF se recolectaron de dos plataformas de fuerza AMTI. Los sujetos usaron zapatillas deportivas y las pruebas se realizaron en una pista cubierta de atletismo.</p> <p>El análisis mixto bidireccional de varianzas reveló efectos de interacción significativos (grupo × tiempo) para el tiempo de finalización, la fuerza propulsora horizontal media (HPF), $p \leq 0,040$, $\eta^2 = 0,170-0,417$. El GI mostró mejoras pequeñas a grandes después de la intervención en estas variables antes mencionadas ($p \leq 0,058$, $g = 0,49-1,21$). Las mejoras en el rendimiento de giro se asociaron en gran parte a muy en gran medida ($p \leq 0,062$, r o $\rho = 0,527-0,851$) con un aumento de HPF medio, una fuerza de propulsión FFC más orientada horizontalmente, mayor fuerza de frenado PFC, menor tiempo de contacto (GCT) y una mayor rotación pélvica y flexión de rodilla y de cadera.</p>	<p>Los resultados lo que demuestran mejoras significativas en el rendimiento de giro, la cinética y la cinemática.</p> <p>Específicamente, los atletas que siguieron la intervención generalmente pudieron producir mayores magnitudes medias de HPF en GCT más cortos, aplicar y orientar la fuerza de frenado de PFC y la fuerza de propulsión de FFC más horizontalmente, mostrar una mayor rotación de la pelvis, menor ROM de flexión de rodilla de FFC y mayor reducción y pico de velocidad de PFC. HFA, que de forma acumulativa dieron como resultado un rendimiento de torneado superior. En consecuencia, el entrenamiento de modificación de la técnica y la velocidad de COD de 6 semanas con indicaciones de entrenamiento verbal dirigidas externamente y retroalimentación técnica es una modalidad de entrenamiento eficaz que puede mejorar el rendimiento de los COD, que los practicantes pueden incorporar de manera simple y sencilla en sus programas de entrenamiento.</p>
<p>De Hoyo, et al., 2016</p>	<p>32 jugadores masculinos de fútbol jóvenes de élite sub-19 divididos en 3 grupos de intervención:</p> <p>-SQ: Sentadilla con barra profunda (n = 11)</p> <p>-RS: Sprint resistido con arrastre de trineo (n = 12)</p> <p>-PLYO: Ejercicios pliométricos y específicos (n = 11)</p>	<p>Los sujetos realizaron 2 sesiones de entrenamiento de fuerza específicas por semana, además de sus sesiones de entrenamiento normales durante 8 semanas. El protocolo de sentadilla con barra profunda consistió en 2–3 series × 4–8 repeticiones al 40–60 % 1 repetición máxima (~1.28–0.98 m·s⁻¹). El entrenamiento de sprint resistido se compuso de 6–10 series × 20 m de sprints resistidos (12,6% de la masa corporal). El entrenamiento de ejercicios pliométricos y específicos se basó en 1–3 series × 2–3 repeticiones de 8 ejercicios pliométricos horizontales y de velocidad/agilidad.</p>	<p>Los test de evaluación fueron: Salto con contramovimiento (CMJ), Sprint de 20 m (tiempo fraccionado de 10 m), Sprint de 50 m (tiempo fraccionado de 30 m) y una prueba COD (prueba de Zig-Zag). Se encontraron mejoras sustanciales (probables a casi seguras) en CMJ (tamaño del efecto [ES]: 0,50–0,57) y 30–50 m (ES: 0,45–0,84) en cada grupo en comparación con los resultados previos a la prueba. Los jugadores de los grupos PLYO y SQ también mostraron mejoras sustanciales (probable a muy probable) en 0-50 m (ES: 0,46-0,60). Además, 10-20 m también mejoraron (muy probablemente) en el grupo SQ (ES: 0,61). Los análisis entre grupos mostraron que las mejoras en 10–20 m (ES: 0,57) y 30-50 m (ES: 0,40) probablemente fueron mayores en el grupo SQ que en el grupo RS. Además, 10-20 m (ES: 0,49) fue sustancialmente mejor en el grupo SQ que en el grupo PLYO.</p>	<p>En conclusión, los métodos actuales de entrenamiento de fuerza utilizados en este estudio parecen ser efectivos para mejorar las habilidades de salto y carrera.</p> <p>Sin embargo, en el COD el efecto poco claro proporcionado sobre el rendimiento de COD podría sugerir que se podrían tener en cuenta otros factores o necesitar otros estímulos para lograr efectos positivos y mejorar la capacidad de cambiar rápidamente de dirección.</p>

13 hombres (edad: 22,1 ± 3,4 años) y 9 mujeres (21,8 ± 3,0 años) velocistas entrenados. Los atletas tenían experiencia (promedio de 7,64 ± 2,01 años de entrenamiento de velocidad). Total de muestra como grupo experimental.

Las pruebas y el entrenamiento realizados para este estudio ocurrieron durante el período de entrenamiento de la temporada de atletismo usual. Los resultados mecánicos y del rendimiento del sprint se evaluaron posteriormente a un bloque de trabajo de 10 semanas de trabajo. Basado en entrenamiento resistido de cargas altas HRST, el cual fue evaluado después de una familiarización progresiva y completa con HRST. Este bloque constó de 12 sesiones de evaluación y entrenamiento. Las cargas empleadas para el protocolo se obtuvieron a través del protocolo de *Lopt* (carga óptima: Se realizaron sprints con trineo para aproximadamente 25, 50, 75 y 100% del peso corporal, de esta forma se obtuvieron valores de Pmax de velocidad (vopt) y se sustituyó en la ecuación determinada, a partir de la regresión lineal para proporcionar la carga que correspondía a esta velocidad). Después de lo cual, los atletas entrenaron en su *Lopt* individual durante las sesiones 2 a 11 (10 repeticiones de sprints resistidos de 20 m, separados por 5 min de descanso). Las sesiones de entrenamiento fueron supervisadas por un entrenador, comenzaron con un calentamiento estandarizado y se pidió a los atletas que realizaran cada sprint con el máximo esfuerzo. El rango de carga fue de 57±13 kg, es decir, 90±10 %BM en promedio (rango 75-112 %BM).

Tras el bloque de 10 semanas de intervención, se realizaron los test durante las 4 semanas posteriores. El análisis constó de un primer test (PRE), y cuatros post test (POST, W1; ;W2; W3 y W4) en los cuales, los atletas siguieron un contenido de entrenamiento de fuerza y sprint similar y habitual para asegurar que los efectos observados fueron causados principalmente por la intervención.

Para determinar la mecánica y el rendimiento del sprint, los atletas realizaron dos test para la valoración de aceleraciones máximas de 30 m desde una posición de dos puntos (punto A y punto B). Para la mejor prueba contrarreloj de 30 m, el rendimiento del sprint y los rendimientos mecánicos se calcularon utilizando un método de camp. Los datos brutos de velocidad-tiempo medidos con un dispositivo de radar (Stalker ATS Pro II, Applied Concepts, TX, EE. UU.) se ajustaron mediante una función exponencial y luego se derivaron para calcular las relaciones fuerza-velocidad lineales individuales y la fuerza máxima teórica (F0), v0 y Pmáx.

Se observaron en los test de evaluación, resultados claramente diferentes en todas las variables para los análisis PRE-POST versus PRE-PEAK. El análisis PRE-PEAK mostró un aumento mayor (casi el doble) en Pmax (9,98 ± 5,27 % en promedio, p < 0,01) que el PRE-POST (5,39 ± 5,87 %, p < 0,01). La cinética individual de las adaptaciones posteriores al entrenamiento muestra que los valores máximos no se capturaron en la evaluación POST (W1) (generalmente observada en W3 y W4). Finalmente, la semana de mayor producción de Potencia máxima horizontal (Pmax) difirió fuertemente entre los sujetos, con la mayoría de los sujetos (7/22) alcanzando su punto máximo en W4.

En conclusión, este estudio mostró que después de un bloque de entrenamiento de sprint de alta resistencia, las comparaciones clásicas de una semana-PRE con una semana-POST muestran resultados claramente diferentes a los prePEAK, y la semana en el pico de Pmax y el rendimiento de sprint diferían entre los sujetos.

Por ello, los autores sugieren una ventana de ~2 a 4 semanas, lo cual, parece efectiva para que la mayoría de los atletas alcancen su máxima adaptación a un bloque HRST. Esta ventana debería ayudar a los entrenadores a controlar mejor su programa de entrenamiento y garantizar que las capacidades físicas de los atletas se controlen adecuadamente y/o se les permita alcanzar su punto máximo en un momento específico.

Comparando el protocolo de intervención del presente estudio con otros estudios similares, podemos observar la diferencia en los resultados obtenidos, sin embargo, en el estudio de De Hoyo, et al., 2016, hemos observado que para la variable COD (test “zig-zag”), aunque sea diferente a nuestra prueba del 505 Modified Test, los resultados no fueron los esperados para la mejora del rendimiento en la capacidad de cambiar rápidamente de dirección. En el caso del estudio anterior, la muestra evaluada también presentaba una edad similar pero un nivel de categoría mayor con respecto al del presente estudio, sin embargo la temporalidad del protocolo fue mayor y uso de las cargas también difirió. En este estudio, no se incluyó trabajo para la mejora de la técnica y/o patrones de movimiento para los COD. Las pruebas empleadas para la evaluación no fueron las mismas, ya que las prueba zigzag, incluyó tres giros de 100° a intervalos de 5 m, con diferencia al 505 Modified Test en el cuál se realizan

giros de 180°, sin embargo sí que fue realizada en el campo de entrenamiento. En esta línea de argumentación, muchos de los estudios en los que evaluaron el rendimiento de los COD, aunque utilizaron el mismo test (Dos Santos, McBurnie, et al., 2019b; Dos Santos, Thomas, et al., 2021a), no lo realizaron en el mismo tipo de superficie, y tampoco con el mismo tipo de calzado. Pues en estos últimos estudios mencionados, las muestras evaluadas realizaron en pista cubierta de atletismo y con las pruebas con zapatillas deportivas (New Balance ©), por el contrario, la muestra propia realizó los test con botas de fútbol homologadas para césped artificial, en superficie de campo de césped artificial. Sin embargo, en estos estudios se realizaron el mismo protocolo de intervención puesto que tuvo éxito en primera instancia, y se volvió a replicar para ver el rendimiento en cuanto a la velocidad, el cuál sí fue el esperado. En este caso, la muestra actual realizó un trabajo de técnica similar al que realizaron en los anteriores, sin embargo, en estos protocolos el volumen de trabajo fue mayor en cuanto a duración y en cuanto a densidad de ejercicios en comparación al protocolo del presente estudio que tuvo, además, un menos tiempo por sesión menor y descanso mayor entre sesiones, pues para los estudios anteriores la muestra descanso $\geq 48h$ entre sesiones, mientras la muestra propia enlazó los dos días de sesión (por motivos contextuales ligados al periodo competitivo).

Por otro lado, cabe destacar que en diversos estudios como el de Spinks et al. (2007) y Harrison y Bourke (2009), los resultados han sido positivos en cuanto a mejora del rendimiento en la capacidad de aceleración, habilidad de gran importancia para la fase inicial y/o final de los COD (Dos Santos et al., 2019) y en la aplicación de fuerza en el vector fuerza,. En estos casos, las muestras evaluadas fueron adultas o más mayores en edad, además de presentar una mayor duración del tiempo de sesión durante la intervención. Además, estos estudios no persiguieron concretamente la búsqueda del rendimiento en alguna de las variables de interés del presente estudio, además de observarse los resultados en parte de muestra que no practicaba la misma disciplina deportiva (Harrison y Bourke , 2009) que la propia del estudio actual.

Finalmente, continuando con esta línea de discusión y, gracias al reciente estudio de actualidad de Morin et al. (2020), en el cual analizan los efectos en relación a la adaptación cinemática en atletas velocistas entrenados (de 22 años de edad aproximada), tras la realización de un protocolo de intervención de 10 semanas de MT. En este estudio, se realizaron test (sprint 30m) durante 4 semanas posteriores al bloque de intervención, en las cuales iban realizando test y los autores observaron resultados claramente diferentes en todas las variables para los análisis realizados en cada semana. El análisis PRE-PEAK mostró un aumento mayor (casi el doble) en relación a la potencia máxima horizontal (Pmax) generada, en comparación al PRE-POST. La cinética individual de las adaptaciones posteriores al entrenamiento muestra que los valores máximos no se obtuvieron en la evaluación POST 1 o semana 1, pues se observaron generalmente en las semanas finales 3 y 4). Finalmente, la semana de mayor producción de Pmax difirió notablemente entre los participantes en relación a la muestra total (7/22) alcanzando su punto máximo de adaptación en la semana 4. Por ello, los autores sugieren una ventana de 2-4 semanas de transición para que la mayoría de los atletas alcancen su máxima adaptación a un bloque de trabajo MR, de hecho, enfatizan en que los investigadores eviten las pruebas posteriores únicas cuando puedan y, en su lugar, adopten un diseño de período de seguimiento de mediciones repetidas para describir y comprender mejor las adaptaciones individuales a cualquier tipo de entrenamiento de sobrecarga, especialmente HRST o MT. De esta forma, este estudio sustenta el resultado de nuestro protocolo de intervención realizado para muestra del actual estudio, en los cuales, los resultados obtenidos no fueron los esperados ya que en este caso realizamos el protocolo de intervención tras la última semana de intervención sin haber dejado, como dicen los anteriores autores, esa ventana de 2-4 semanas de transición para observar en el máximo esplendor, las adaptaciones pertinentes. Este estudio difirió en la edad de la muestra, la temporalidad del bloque de intervención y las cargas empleadas para la intervención, pues la muestra del presente estudio, hizo especial hincapié a las pautas observadas en los estudios de Cross et al. (2017) y Rakovic et al. (2018), cuyos valores de carga óptima oscilan entre el 50% (Rakovic et al., 2018) y en el 69-96% (Cross et al., 2017) del peso corporal, además de presentar un protocolo de intervención más corto.

Sin embargo, como aspecto destacable que difieren los estudios anteriores del actual es la influencia de variables contextuales sobre la recogida de los POST test en la última instancia del estudio, de esta forma, el primer objeto de reflexión deben ser dichas variables que pudieron influir en el rendimiento de las pruebas de evaluación.

Dando respuesta a los objetivos planteados para el estudio y comparando nuestro protocolo de intervención con el de otros estudios similares, podemos observar que los resultados no avalan positivamente el protocolo de intervención realizado en las 6 semanas de intervención. Sin embargo, los protocolos de ambos test utilizados para las evaluaciones de las variables a analizar, no pudieron ser realizados en las mismas condiciones contextuales (variables inmutables como la climatología, el estado del césped, el espacio disponible, el tiempo descanso etc.).

Según el estudio de Granero, Bastida et al. (2020), en el cual se analizan las diferentes variables contextuales atendiendo a su influencia en el rendimiento de los COD, se han observado que el disputar un partido como visitante supone el aumento de las ejecuciones y niveles de fuerza centrípeta (CenF) promedio de COD por partido disputado en comparación a la disputa como local (el cual fue el más pobre). Por otro lado, que el periodo de la temporada coincidente con la época invernal (Enero y Febrero) era el momento de la temporada en el cual se obtuvieron los mejores valores en cuanto a niveles de CenF (N) y el número de COD realizados por partido disputado, puesto que también coincide con una segunda pretemporada para la muestra del equipo objeto de estudio. Además, el resultado también fue influyente en el número de COD y los valores de CenF pues un resultado de victoria por más de un gol, suponía un descenso considerable de este tipo de acciones de este. Y para concluir, el tipo de competición también es un factor influyente en los COD, pues las competiciones de ámbito internacional, son en las que se obtuvieron mayores resultados en cuanto al nº de cambios de dirección por partido disputado en dicha competición, sin embargo, fueron las competiciones de ámbito nacional, en las que se obtuvieron lo mayores niveles de CenF por partido disputado. Sin embargo, la variable de la superficie (hierba natural o artificial) no tuvieron una diferencia significativa por lo que concluyeron como una variable nula.

Gracias a este estudio, podemos observar que existen variables contextuales que pueden influir en resultado y/o rendimiento de los COD, de esta forma, las variables contextuales que se dieron durante los POST test del presente estudio han supuesto una influencia, en este caso, negativa, ya que los resultados obtenidos no han sido los esperados. En este segundo caso, las variables contextuales que han diferido con respecto a las variables aparentes en los PRE Test, han sido:

- 1) Climatología adversa, llovizna sobre el tipo superficie
- 2) Espacio de ejecución de los Test diferente tanto a nivel visual como de tipo de superficie
- 3) Organización y logística previa y durante la ejecución de los test (disponibilidad de los materiales de evaluación, entre otras)

Como podemos observar en los gráficos del apartado anterior (apartado de Resultados), interpretamos un descenso del rendimiento en el “505 Modified Test” para los cambios de dirección debido a un aumento del tiempo en las ejecuciones de la mayoría de los jugadores de la muestra comparando los resultados del PRE y el POST test. Además, en el test “Curve Sprint Test for Soccer Players”, no se observan diferencias significativas comparando los PRE y el POST test en la mayoría de jugadores, con excepción de un porcentaje disminuido de la muestra total, el cual obtuvo una mejora significativa en los valores obtenidos en las ejecuciones del POST test.

Nuestra hipótesis es que las variables contextuales, además del momento de la temporada y/o acumulación de fatiga (crónica) junto con la edad de la muestra evaluada han sido las principales causas de los resultados obtenidos.

Para empezar, hemos mencionado con anterioridad las diversas variables contextuales que difirieron en los escenarios que la muestra vivenció para los test de evaluación (PRE y POST). Todas ellas, como podemos entender, son variables independientes que no se han podido manipular o modificar con objeto de favorecer la correcta ejecución de los test.

Sin embargo, la edad de los participantes y la fatiga acumulada durante la temporada también son grandes influyentes en la consecución de objetivos y/o rendimiento. Pues sabemos que un aumento excesivamente rápido de la carga en los jóvenes impide la posibilidad de crear un efecto residual positivo o

adaptaciones en el entrenamiento durante la etapa de entrenamiento de alto nivel (Rost, 1981). Para Verjoshanskij (1990), en la programación del entrenamiento es esencial tener una idea de la duración óptima del empleo de diversas cargas de diferente orientación funcional, pero también del ritmo de desarrollo de sus respectivos indicadores funcionales (respuestas individuales del sujeto al entrenamiento). Con el fin de garantizar un mayor efecto residual es conveniente que la duración de la carga sea más larga en los deportistas jóvenes o de menor experiencia, al contrario que con deportistas con mayor experiencia (carga crónica) lo cual permite poder acortar las duraciones de la carga aumentando su concentración para conseguir nuevos niveles de adaptación.

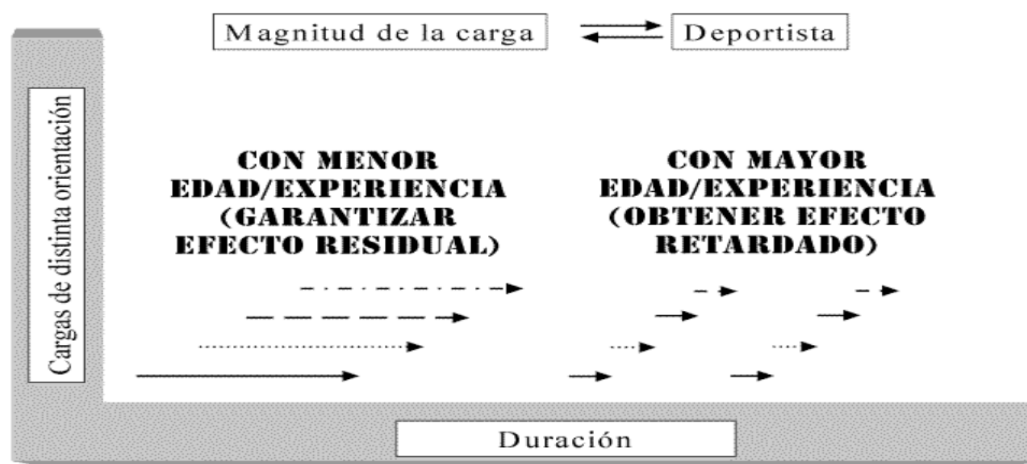


Figura 9. Representación gráfica de influencia de la magnitud de la carga con la edad/experiencia del deportista (relación de las cargas y duración aplicadas). Extraído de Navarro (2003) en <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital, citado de Verjoshanskij (1990).

Por otro lado, la interacción de las variables volumen e intensidad y su variación en el tiempo, también tiene unas connotaciones especiales en función de la mayor o menor experiencia en el entrenamiento del deportista. La magnitud de las ondas de variación en los deportistas jóvenes es más amplia y progresiva, mientras que en los deportistas con mayor nivel de experiencia son más cortas y próximas al máximo de las posibilidades de asimilación del deportista. Además, un aumento notablemente grande en el volumen de una sesión de entrenamiento puede conducir a la fatiga excesiva, ineficiente trabajo muscular o un mayor peligro de lesiones. Debido a ello, es preferible aumentar el número de sesiones por microciclo cuando se estime suficiente el nivel del volumen por sesión de entrenamiento (Platonov, 1988).

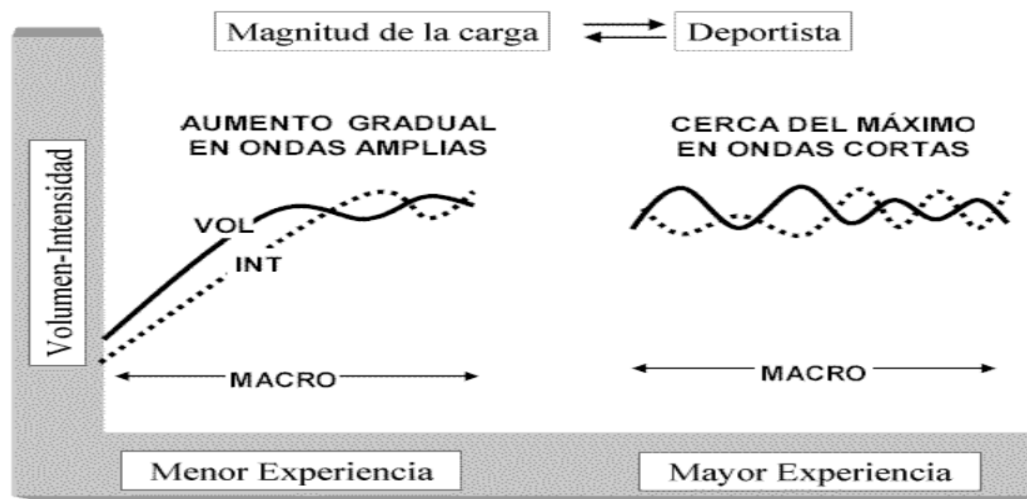


Figura 10. Representación gráfica de influencia de la magnitud de la carga con la edad/experiencia del deportista (relación volumen e intensidad y su distribución temporal). Extraído de Navarro (2003) en [http://www.efdeportes.com/Revista Digital](http://www.efdeportes.com/Revista%20Digital), citado de Platonov (1988).

En relación a este principio, esta es la justificación de las cargas a movilizar y su evolución durante el periodo de intervención, por los participantes (grupo 2). Puesto que el método lastrado supone un aumento notablemente grande en la intensidad del entrenamiento habitual de los participantes, lo cual conducir, como hemos mencionado anteriormente a fatiga excesiva, ineficiente trabajo muscular que puede derivar en lesión, en caso de no realizar una adecuada adaptación al contexto deportivo (edad, experiencia, características individuales, etc.).

Por ello, debido a la falta de duración y extensión del protocolo de intervención del estudio en dicha muestra tan poco experimentada y joven, además de la acumulación de carga hasta ese momento de la temporada (a dos meses de finalizar la competición), factor de especial relevancia debido al tiempo de exposición a la práctica deportiva. Según el estudio de Caine et al. (2008), los autores hacen hincapié en cómo los diferentes investigadores se han centrado en las tasas de incidencia calculado como el número de lesiones por 1000 horas de participación o por 1000 horas exposiciones deportivas, por lo que el riesgo de lesión tiene una relación directamente proporcional al tiempo de exposición de actividad. Estas son también las tasas de incidencia lesional basadas en la exposición deportiva informadas con mayor frecuencia y proporcionan una base importante para estudiar la capacidad de predicción de los factores de riesgo y la eficacia de las medidas preventivas. Y no solo la exposición en es un factor

riesgo, de hecho, la edad, también forma parte de los factores de riesgo no modificables (Bahr y Holme, 2003). Se cree que el crecimiento acelerado de la adolescencia está asociado con un mayor riesgo de lesión atribuible a factores tales como una mayor rigidez de los músculos y los tendones (Micheli, 1983) y la disminución de la fuerza fisiaria (Flachsmann et al., 2000). Siguiendo en la misma línea, los jóvenes de la misma edad cronológica pueden variar considerablemente en el estado de madurez biológica en la cual se encuentren, y las diferencias individuales en el estado de madurez influyen en las medidas de crecimiento y rendimiento durante la infancia y la adolescencia (Janz, 2004). Como por ejemplo, la revisión bibliográfica realizada por Faude et al. (2013), los autores observaron en la batería de estudios analizados una incidencia de lesiones durante el entrenamiento, la cual fue casi constante para los jugadores de 13 a 19 años, con un rango de 1 a 5 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento. La incidencia de lesiones en los partidos tendió a aumentar con la edad en todos los grupos de edad, con una incidencia promedio de alrededor de 15 a 20 lesiones por 1000 horas de partido en jugadores mayores de 15 años. En este caso, tratando con una edad comprendida con la muestra del actual estudio.

De esta forma, cabe destacar que tras el protocolo de intervención de 6 semanas de intervención se obtuvo una incidencia lesional del 0%, es decir, no se observaron lesiones de ningún tipo en ningún jugador de la muestra evaluada. Esto permite aportar un argumento positivo acerca del protocolo de intervención sobre la prevención de lesiones y de la disponibilidad de los jugadores para el periodo competitivo.

El resultado del protocolo de intervención es susceptible de debate con objeto de descubrir el motivo aparentemente observable que ha supuesto un empeoramiento en el rendimiento de los test realizados. Sin embargo, debido a la falta de similitud entre la recogida de datos, en los días de evaluación, previos y posteriores a la intervención realizada, el protocolo de intervención no es, por tanto, objeto en primera instancia de discusión puesto que, las variables contextuales han podido ser las principales protagonistas del rendimiento en los test de evaluación.

7.- CONCLUSIONES

En respuesta al primero y principal objetivo formulado, hemos podido observar que los efectos del trabajo específico, para la mejora de la velocidad de los cambios de dirección, en la velocidad de los movimientos curvilíneos en el fútbol, no han sido positivos puesto que la mejora del rendimiento en los test de dichas variables no ha sido significativa en la muestra evaluada.

En respuesta al primer objetivo secundario, hemos podido observar que los efectos del trabajo analítico, para la mejora de la técnica y/o patrones de movimiento de los cambios de dirección, en la velocidad de los movimientos curvilíneos, no han sido positivos puesto que la mejora del rendimiento en la muestra de estudio no ha sido significativa.

En respuesta al segundo objetivo secundario, hemos podido observar que el trabajo de entrenamiento de fuerza específica (método resistido y pliometría en vector horizontal) para la mejora de la velocidad de los cambios de dirección, no ha tenido una influencia positiva para la mejora en la velocidad de los movimientos curvilíneos en el fútbol, puesto que no ha existido ninguna mejora del rendimiento en el grupo 2.

8.- LIMITACIONES DE ESTUDIO Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las limitaciones de estudio que nos hemos encontrado a la hora de realizar el estudio han sido diversos. Tanto a la hora de efectuar las evaluaciones pertinentes (como hemos mencionado con anterioridad, por dichas variables contextuales) y de realizar el protocolo como a la hora de plantear o diseñarlo, nos hemos visto, por un lado, con escasa de información acerca de la temática planteado, sobre todo, en esta disciplina deportiva concreta, pues han sido muy pocos los estudios los que han realizado un planteamiento parecido al actual en el que se perseguía la influencia positiva de programas específicos de fuerza y/o control del movimiento para la velocidad de los cambios de dirección, por un

lado. Y directamente, no ha habido estudio que pusiera a correlacionar esta última variable con la velocidad de los movimientos curvilíneos o sprint curvo. Por otro lado, también nos hemos visto con la dificultad de controlar a la muestra evaluada debido a las variables contextuales que la competición conlleva para los jugadores y la diferencia de carga acumulada para los diferentes perfiles debido a los minutos expuestos en la competición (de ahí que creáramos subdivisiones en relación al régimen de titularidad o suplencia), y la individualización que este deporte nos exige a los entrenadores y/o preparadores físicos.

En cuanto a las futuras líneas de investigación, deberíamos analizar la correlación de las variables estudiadas desde el punto de vista más específico al deporte o disciplina deportiva, y con mayor nivel de tecnología avanzada para observar con mayor precisión y claridad si ambos movimientos, aunque ya los conocemos, presentan factores comunes (como es la CenF) asociados entre sí para conocer y entrenar, a nivel individual, de forma más eficaz y eficientemente al futbolista para mejorar el rendimiento deportivo en dichas acciones, de gran importancia en el fútbol.

9.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bahr, R., & Holme, I. (2003). Risk factors for sports injuries - a methodological approach. *British Journal of Sports Medicine*, 37(5), 384–392. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.5.384>
- Barnes, C., Archer, D., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English premier league. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1095–1100. doi: 10.1055/s-0034-1375695.
- Bernard, J., Beldame, J., van Driessche, S., Brunel, H., Poirier, T., Guiffault, P., Matsoukis, J., & Billuart, F. (2017). Does hip joint positioning affect maximal voluntary contraction in the gluteus maximus, gluteus medius,

tensor fasciae latae and sartorius muscles? *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 103(7), 999–1004. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2017.07.009>

Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical Demands of Different Positions in FA Premier League Soccer. *Journal of sports science & medicine*, 6(1), 63–70.

Caine, D., Maffulli, N., & Caine, C. (2008). Epidemiology of Injury in Child and Adolescent Sports: Injury Rates, Risk Factors, and Prevention. *Clinics in Sports Medicine*, 27(1), 19–50. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2007.10.008>

Caldbeck, P. (2019). Contextual Sprinting in Football. Liverpool, UK: DSportExSci thesis, John Moores University.

Cronin, J. B., Hansen, K., Kawamori, N., & McNair, P. (2008). Effects of weighted vests and sled towing on sprint kinematics. *Sports Biomechanics*, 7(2), 160–172.

Cross, M. R., Brughelli, M., Samozino, P., Brown, S. R., & Morin, J. B. (2017). Optimal Loading for Maximizing Power During Sled-Resisted Sprinting. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(8), 1069–1077. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0362>

Dingwell, J. B., & Cusumano, J. P. (2015). Identifying stride-to-stride control strategies in human treadmill walking. *PloS one*, 10(4), e0124879. doi: 10.1371/journal.pone.0124879.

Dixon, S. J., Collop, A. C., & Batt, M. E. (2000). Surface effects on ground reaction forces and lower extremity kinematics in running. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(11), 1919–1926. doi: 10.1097/00005768-200011000-00016.

- Dos Santos, T., McBurnie, A., Donelon, T., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2019a). A qualitative screening tool to identify athletes with 'high-risk' movement mechanics during cutting: The cutting movement assessment score (CMAS). *Physical Therapy in Sport*, 38, 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.05.004>
- Dos Santos, T., McBurnie, A., Comfort, P., & Jones, P. A. (2019b). The Effects of Six-Weeks Change of Direction Speed and Technique Modification Training on Cutting Performance and Movement Quality in Male Youth Soccer Players. *Sports*, 7(9), 205. <https://doi.org/10.3390/sports7090205>
- Dos Santos, T., McBurnie, A., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. (2019c). Biomechanical comparison of cutting techniques: A review and practical applications. *Strength and Conditioning Journal*, 41(4), 40–45. doi: 10.1519/SSC.0000000000000461.
- Dos Santos, T., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2019). Role of the Penultimate Foot Contact During Change of Direction: Implications on Performance and Risk of Injury. *Strength & Conditioning Journal*, 41(1), 87–104. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000395>
- Dos Santos, T., Thomas, C., Jones, P. A., & Comfort, P. (2017). Mechanical Determinants of Faster Change of Direction Speed Performance in Male Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 696–705. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001535>
- Dos Santos, T., Thomas, C., McBurnie, A., Comfort, P., & Jones, P. A. (2021a). Change of Direction Speed and Technique Modification Training Improves 180° Turning Performance, Kinetics, and Kinematics. *Sports*, 9(6), 73. <https://doi.org/10.3390/sports9060073>
- Dos Santos, T., Thomas, C., McBurnie, A., Donelon, T., Herrington, L., & Jones, P. A. (2021b). The Cutting Movement Assessment Score (CMAS) Qualitative Screening Tool: Application to Mitigate Anterior Cruciate

Ligament Injury Risk during Cutting. *Biomechanics*, 1(1), 83–101.
<https://doi.org/10.3390/biomechanics1010007>

Draper, J. A., & Lancaster, M. G. (1985). The 505 test: A test for agility in the horizontal plane. *Australian Journal for Science and Medicine in Sport*, 17(1), 15–18.

Faude, O., Rößler, R., & Junge, A. (2013). Football Injuries in Children and Adolescent Players: Are There Clues for Prevention? *Sports Medicine*, 43(9), 819–837. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0061-x>

Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of sports sciences*, 30(7), 625–631. doi: 10.1080/02640414.2012.665940.

Filter, A., Olivares, J., Santalla, A., Nakamura, F. Y., Loturco, I., & Requena, B. (2019). New curve sprint test for soccer players: Reliability and relationship with linear sprint. *Journal of sports sciences*, 38(11-12), 1320–1325. doi: 10.1080/02640414.2019.1677391.

Flachsmann, R., Broom, N. D., Hardy, A. E., & Moltschaniwskyj, G. (2000). Why Is the Adolescent Joint Particularly Susceptible to Osteochondral Shear Fracture? *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 381, 212–221. <https://doi.org/10.1097/00003086-200012000-00025>

Granero, P. (2020). Análisis de la fuerza centrípeta como parámetro de carga externa en el fútbol (Tesis doctoral no publicada). Universidad de Murcia, España.

Granero, P., Bastida, A., Roja, D., Gómez, C. D., De la Cruz, E., & Pino, J. (2020). Influence of Contextual Variables in the Changes of Direction and Centripetal Force Generated during an Elite-Level Soccer Team Season. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 967. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030967>

- Harrison, A. J., & Bourke, G. (2009). The effect of resisted sprint training on speed and strength performance in male rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 275–283.
- Haugen, T. A., Tonnessen, E., & Seiler, S. (2013). Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995–2010. *International journal of sports physiology and performance*, 8(2), 148-156. doi: 10.1123/ijsp.8.2.148.
- Haugen, T., Tonnessen, E., Hisdal, J., & Seiler, S. (2014). The role and development of sprinting speed in soccer. *International journal of sports physiology and performance*, 9(3), 432–441. doi: 10.1123/ijsp.2013-0121.
- Hoffman, J. R., Cooper, J., Wendell, M., & Kang, J. (2004). Comparison of Olympic vs. Traditional Power Lifting Training Programs in Football Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 129.
- Hoffman, J. R., Ratamess, N. A., Cooper, J. J., Kang, J., Chilakos, A., & Faigenbaum, A. D. (2005). COMPARISON OF LOADED AND UNLOADED JUMP SQUAT TRAINING ON STRENGTH/POWER PERFORMANCE IN COLLEGE FOOTBALL PLAYERS. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 810–815. <https://doi.org/10.1519/00124278-200511000-00014>
- Janz, K. F. (2004). Growth, maturation, and physical activity, 2nd edition. *American Journal of Human Biology*, 16(5), 607–608. <https://doi.org/10.1002/ajhb.20051>
- Jeffreys, I. (2011). A Task-Based Approach to Developing Context-Specific Agility. *Strength and Conditioning Journal*, 33(4), 52–59. <https://doi.org/10.1519/ssc.0b013e318222932a>
- Jones, P., Bampouras, T. M., & Marrin, K. (2009). An investigation into the physical determinants of change of direction speed. *The Journal of sports*

medicine and physical fitness, 49(1), 97–104. Martín-García, A., Gómez Díaz, A., Bradley, P. S., Morera, F., & Casamichana, D. (2018). Quantification of a Professional Football Team's External Load Using a Microcycle Structure. *Journal of strength and conditioning research*, 32(12), 3511–3518. doi: 10.1519/JSC.0000000000002816.

Jones, P. A., Herrington, L., & Graham-Smith, P. (2016). Braking characteristics during cutting and pivoting in female soccer players. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 30, 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.05.006>

Lockie, R. G., Murphy, A. J., Schultz, A. B., Knight, T. J., & de Jonge, X. A. K. (2012). The effects of different speed training protocols on sprint acceleration kinematics and muscle strength and power in field sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1539–1550

Marshall, B. M., Franklyn-Miller, A. D., King, E. A., Moran, K. A., Strike, S. C., & Falvey, A. C. (2014). Biomechanical Factors Associated With Time to Complete a Change of Direction Cutting Maneuver. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2845–2851. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000463>

Matveev, L.P (1983). Fundamentos del entrenamiento deportivo. Raduga, Moscú (Rusia).

McBurnie, A. J., Parr, J., Kelly, D. M., & Dos Santos, T. (2021). Multidirectional Speed in Youth Soccer Players: Programming Considerations and Practical Applications. *Strength & Conditioning Journal*, 44(2), 10–32. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000657>

McBurnie, A. J., & Dos Santos, T. (2021). Multi-directional speed in youth soccer players: Theoretical underpinnings. *Strength & Conditioning Journal*, 44(1), 15-33. doi: 10.1519/SSC.0000000000000658.

- McCormick, B. T., Hannon, J. C., Newton, M., Shultz, B., Detling, N., & Young, W. B. (2016). The Effects of Frontal- and Sagittal-Plane Plyometrics on Change-of-Direction Speed and Power in Adolescent Female Basketball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(1), 102–107. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0058>
- Micheli, L. J. (1983). Overuse Injuries in Children's Sports: The Growth Factor. *Orthopedic Clinics of North America*, 14(2), 337–360. [https://doi.org/10.1016/s0030-5898\(20\)31352-3](https://doi.org/10.1016/s0030-5898(20)31352-3)
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528. doi: 10.1080/0264041031000071182.
- Montgomery, C., Blackburn, J., Withers, D., Tierney, G., Moran, C. & Simms, C. (2018). Mechanisms of ACL injury in professional rugby union: A systematic video analysis of 36 cases. *British Journal of Sports Medicine*, 52(15); 944-1001. doi: 10.1136/bjsports-2016-096425.
- Morin, J. B., Capelo-Ramirez, F., Rodriguez-Pérez, M. A., Cross, M. R., & Jimenez-Reyes, P. (2020). Individual Adaptation Kinetics Following Heavy Resisted Sprint Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(4), 1158–1161. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003546>
- Platonov, V.N. (1990). La adaptación en el deporte. Ed. Paidotribo, Barcelona (España).
- Platonov, V.N. (1988). El entrenamiento deportivo. Teoría y metodología. Ed. Paidotribo, Barcelona (España).
- Platonov, V. N., Bulatowa, M. M. (1993). La preparación física. Paidotribo. Barcelona (España).

- Peduzzi De Castro, M., de Brito Fontana, H., Fóes, M. C., Santos, G. M., Ruschel, C., & Roesler, H. (2021). Activation of the gluteus maximus, gluteus medius and tensor fascia lata muscles during hip internal and external rotation exercises at three hip flexion postures. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 27, 487–492. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.05.011>
- Rampinini, E., Coutts, A., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. (2007). Variation in Top Level Soccer Match Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1018–1024. doi: 10.1055/s-2007-965158.
- Rakovic, E., Paulsen, G., Helland, C., Eriksrud, O., & Haugen, T. (2018). The effect of individualised sprint training in elite female team sport athletes: A pilot study. *Journal of Sports Sciences*, 36(24), 2802–2808. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1474536>
- Rost, K. (1981). Überlegungen zur Belastungsdynamik im langfristigen Leistungsaufbau im Verhältnis zur Leistungsdynamik. *Theorie und Praxis Leistungssport*, 19 (9/10), 3-17
- Sánchez, L., Ramírez, L., & Oliveira, A. (2018). Participación de los músculos dorsal ancho, glúteo mayor y bíceps femoral en la estabilidad de la articulación sacroílica: revisión sistemática. *Fisioterapia*, 40(3), 143–152. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2018.01.002>
- Schmitz, R. J., Riemann, B. L., & Thompson, T. (2002). Gluteus Medius Activity during Isometric Closed-Chain Hip Rotation. *Journal of Sport Rehabilitation*, 11(3), 179–188. <https://doi.org/10.1123/jsr.11.3.179>
- Spinks, C. D., Murphy, A. J., Spinks, W. L., & Lockie, R. G. (2007). The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union, and Australian football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 77– 85.

- Spiteri, T., Cochrane, J. L., Hart, N. H., Haff, G. G., & Nimphius, S. (2013). Effect of strength on plant foot kinetics and kinematics during a change of direction task. *European Journal of Sport Science*, 13(6), 646–652. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.774053>
- Spiteri, T., Newton, R. U., Binetti, M., Hart, N. H., Sheppard, J. M., & Nimphius, S. (2015). Mechanical Determinants of Faster Change of Direction and Agility Performance in Female Basketball Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8), 2205–2214. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000876>
- Taylor, J. M., Cunningham, L., Hood, P., Thorne, B., Irvin, G., & Weston, M. (2018). The reliability of a modified 505 test and change-of-direction deficit time in elite youth football players. *Science and Medicine in Football*, 3(2), 157–162. <https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1526402>
- Verjoshanski, I. (1990). Entrenamiento deportivo. Martínez-Roca, S.A., Barcelona (España).
- Waldén, M., Krosshaug, T., Bjørneboe, J., Andersen, T. E., Faul, O., & Häggglund, M. (2015). Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *British Journal of Sports Medicine*, 49(22), 1452–1460. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094573>
- Young, W., & Rogers, N. (2013). Effects of small-sided game and change-of-direction training on reactive agility and change-of-direction speed. *Journal of Sports Sciences*, 32(4), 307–314. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.823230>