

REVISIÓN DE LAS PRUEBAS DE CONDICIÓN FÍSICA EN EL FÚTBOL: DESARROLLO DE UNA BATERÍA DE PRUEBAS CONTEMPORÁNEA



Taylor, Jonathan M. PhD¹; Madden, Jonathan L. MSc² ; Cunningham, Louis P. MSc³ ; Wright, Mateo PhD¹

¹Department of Science, Sport and Exercise, Teesside University, Middlesbrough, United Kingdom;

²Leeds United Football Club, Academy Physical Development Department, Leeds, United Kingdom; and

³Physical Performance Department, Norwich City Football Club, Norwich, United Kingdom

Artículo original: Fitness Testing in Soccer Revisited: Developing a Contemporary Testing Battery. Strength and Conditioning Journal, 2022, 44(5): 10-21.

RESUMEN

El fútbol es un deporte que exige un acondicionamiento físico diverso y completo. Así, la preparación física en este deporte debe considerar el desarrollo de varios componentes de aptitud física simultáneamente. Desarrollar una batería de pruebas de valoración de la condición física puede aportar información valiosa a los preparadores físicos de cara a la individualización de las rutinas de trabajo. Los avances en el conocimiento y la tecnología durante la última década han resultado en prácticas de evaluación más precisas, las cuales están siendo utilizadas por en el fútbol profesional, tanto masculino como femenino. En consecuencia, se ha adoptado progresivamente un enfoque contemporáneo para la selección de pruebas y el análisis de datos. Además, el enfoque

tradicional de usar una batería de pruebas en un solo día ahora puede estar obsoleto para los jugadores profesionales, a los cuales se les podría evaluar con un enfoque más flexible, adecuado y eficiente en el tiempo. Aquí, se presenta una orientación sobre las pruebas de velocidad aeróbica máxima, aeróbica submáxima, lineal y de cambios de dirección, y el rendimiento del ciclo de estiramiento-acortamiento (ej. salto vertical) para jugadores masculinos y femeninos, con énfasis en pruebas eficientes, al tiempo que se facilita una prescripción de entrenamiento individualizada. Se presentan datos de cambios normativos y significativos para ayudar en la toma de decisiones y proporcionar un punto de referencia para los profesionales. Finalmente, se presenta un enfoque eficiente para programar pruebas de condición física, que complementa los resultados del entrenamiento diario de un enfoque de periodización semanal.

INTRODUCCIÓN

Los partidos de fútbol se caracterizan por episodios de actividad de intensidad alta a máxima, intercalados con actividad de baja intensidad (28, 89). Durante los partidos, los jugadores masculinos de élite cubren distancias de aproximadamente 10 a 13 km, con aproximadamente 800 m a alta velocidad ($>19,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) y hasta 300 m a muy alta velocidad ($>25,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) (16). De manera similar, las jugadoras de élite cubren distancias de aproximadamente 9-11 km, con $>1000 \text{ m}$ a alta velocidad ($>18,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) y aproximadamente 250 m ($>25,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) a muy alta velocidad (28). También se realizan regularmente entradas, saltos, patadas y cambios de dirección durante los partidos (28, 89). En consecuencia, una condición física completa es necesaria en el nivel de élite, y los programas de desarrollo físico de los jugadores deben considerar el desarrollo apropiado de múltiples componentes de condición física a lo largo de la temporada.

Las pruebas de condición física representan una herramienta útil en el desarrollo físico de los jugadores y permiten la identificación objetiva de fortalezas y debilidades, la identificación de talentos sustentada por datos, la evaluación objetiva de la efectividad de las intervenciones de entrenamiento/rehabilitación y facilita la prescripción de programas individualizados (72). Tradicionalmente, las pruebas de condición física han incluido medidas de sprint, salto, agilidad/cambio de dirección y rendimiento aeróbico (95). Sin embargo, los avances en el conocimiento, la tecnología y el procesamiento de datos han permitido un enfoque más integral para evaluar estas capacidades. Aunque la premisa de las pruebas no es nueva (72), la capacidad de recopilar y procesar datos para informar rápidamente las prácticas de entrenamiento ha progresado en el fútbol, lo que destaca la necesidad de reconsiderar cómo abordamos el proceso de pruebas de condición física.

Este artículo tiene como objetivo proporcionar a los preparadores físicos que trabajan en fútbol masculino y femenino una descripción general de las prácticas de evaluación existentes y una perspectiva contemporánea sobre las pruebas de condición física que se pueden usar para monitorear las capacidades físicas y facilitar un enfoque individualizado hacia la prescripción de entrenamiento. Además, se presenta una perspectiva alternativa sobre la programación de pruebas de condición física, que es complementaria a los programas de entrenamiento de los jugadores, para implementar una estrategia de valoración eficiente.

CAPACIDAD AERÓBICA

Los jugadores de fútbol con una mayor aptitud aeróbica ven menos deteriorado su rendimiento técnico como causa de la fatiga durante un partido (59, 79). El estándar de

oro de la evaluación de la aptitud aeróbica es la medición del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$) y su velocidad asociada, a menudo denominada velocidad aeróbica máxima, que generalmente se obtienen a través de pruebas de ejercicio progresivas (PEP) en condiciones de laboratorio. Se ha reportado que los jugadores masculinos y femeninos de élite poseen un $VO_{2\text{máx}}$ en el rango de 62–65 y 50–52 mL·kg·min⁻¹, respectivamente (28, 97). Sin embargo, el uso de pruebas de laboratorio requiere mucho tiempo y el $VO_{2\text{máx}}$ podría no ser una medida lo suficientemente sensible en el fútbol, siendo posible que no discrimine entre los estándares de juego (3,97). En consecuencia, los profesionales del entrenamiento tienden a utilizar pruebas de campo en mayor medida.

Las evaluaciones de pruebas cronometradas presentan otro medio para evaluar la aptitud aeróbica, con distancias entre 1600–2200 m (?5–8 minutos) que son una alternativa eficiente en el tiempo a las PEP para la predicción de la velocidad aeróbica máxima (VAM) (6). Se ha observado una fuerte concordancia entre la VAM estimada a través de PEP y la velocidad promedio de la prueba cronometrada (coeficiente de correlación intraclase [CCI] $r=0.80$), con errores típicos bajos (coeficiente de variación [CV] 1–3%) informados para el rendimiento de prueba cronometrada de corta duración en atletas bien entrenados, lo que indica una buena fiabilidad (20,26). Además, un cambio mínimo detectable del 1,3 % en el rendimiento de la prueba cronometrada de 1500 m, informado para jugadores profesionales jóvenes (16–18 años), sugiere una alta sensibilidad de la modificación de la condición física (35). Alternativamente, se han propuesto pruebas de carrera de tiempo establecido (p. ej., distancia recorrida en 5 minutos) como un medio para predecir la VAM a través de la velocidad de carrera media alcanzada; sin embargo, dada la importancia del ritmo en este tipo de pruebas y dada la falta de un punto final claro, se ha sugerido que este método solo puede ser adecuado para corredores entrenados (12). El uso de la VAM para prescribir intervalos aeróbicos es una práctica establecida (30,101), pero el uso de la VAM para controlar las cargas de entrenamiento está ganando popularidad debido a los beneficios potenciales de usar variables fisiológicas para individualizar los umbrales de entrenamiento (35). A pesar de la utilidad de la VAM en el proceso de entrenamiento y monitoreo, su uso solo está limitado con respecto a la prescripción de intensidades de entrenamiento supramáximas (es decir, realizadas a una intensidad $> VAM$), que son una necesidad en los deportes de equipo. El uso de la VAM en combinación con la velocidad de carrera máxima, es decir, la reserva de velocidad anaeróbica (RVA), presenta una solución viable (13). Recientemente se propuso que considerar MAS y RVA podría permitir la prescripción individualizada de programas de jugadores basados ??en la tipología fisiológica de los jugadores, lo que podría facilitar mejores resultados de condición física (80). Sin embargo, se necesita más investigación para proporcionar evidencia empírica de este concepto.

Los protocolos intermitentes de valoración son populares en el fútbol debido a su especificidad. Las variaciones de las pruebas intermitentes de Yo-Yo se usan comúnmente para evaluar la capacidad aeróbica, siendo las pruebas de recuperación intermitente de Yo-Yo nivel 1 (YYIR1) y nivel 2 (YYIR2) quizás las versiones más populares. Se han informado grandes correlaciones ($r=0,70-0,81$) entre la carrera de alta intensidad en partidos y el rendimiento YYIR1 en jugadores masculinos y femeninos, lo que sugiere que YYIR1 tiene una buena validez predictiva (3). El YYIR1 también tiene una fiabilidad razonable con un CV del 8,1 % (3), y se ha observado que los jugadores masculinos y femeninos de élite cubren distancias de >2100 m y aproximadamente 1500

m, respectivamente (3). El YYIR2 pone un mayor énfasis en las capacidades anaeróbicas y también tiene una fiabilidad razonable en los jugadores masculinos (CV 10,4 %), de quienes se informa que recorren >1000 m; sin embargo, no hay a día de hoy suficientes estudios realizados en jugadoras (3). Una limitación clave de las pruebas intermitentes Yo-Yo es la falta de una medida de resultado utilizable para la prescripción del entrenamiento. Específicamente, la distancia recorrida/nivel en el agotamiento voluntario proporciona solo un índice de aptitud aeróbica y no una unidad utilizable para la prescripción de distancia/intensidad.

En consecuencia, la prueba de condición física intermitente 30-15 (CFI) ha ganado popularidad. El rendimiento en el 30-15 CFI se correlaciona fuertemente ($r=0,68$) con el $VO_{2\text{máx}}$, y tiene una alta validez de constructo, siendo fiable y sensible a los cambios en el estado físico (14). Se ha demostrado que la velocidad de la etapa final (Vift) y la frecuencia cardíaca máxima (las principales medidas de resultado asociadas con el 30-15 CFI) tienen una buena fiabilidad, con $CCI>0,80$ y $CV<5\%$ reportados para jugadores de deportes de equipo (39). Curiosamente, se ha documentado que la velocidad de la etapa final del 30-15 CFI es aproximadamente el 115 % de la VAM (12). Aunque el 30-15 CFI y el YYIR1 tienen un 50% de varianza compartida (11), lo que indica que evalúan un constructo de fitness similar, los factores determinantes parecen diferir con el YYIR1 más dependiente de procesos aeróbicos y el 30-15 CFI que abarca procesos aeróbicos y anaeróbicos (11). Una fortaleza clave del 30-15 CFI es la utilidad para la prescripción, con la velocidad de carrera en la etapa final que proporciona un punto de referencia preciso y efectivo para estandarizar la demanda cardiorrespiratoria del entrenamiento en intervalos (15), para el entrenamiento en intervalos de intensidad submáxima y máxima (13).

En resumen, se utilizan varias pruebas intermitentes para evaluar la aptitud aeróbica en el fútbol debido a su especificidad deportiva. Aunque las pruebas basadas en pruebas cronometradas brindan información valiosa, el uso de la VAS derivada de pruebas cronometradas solo puede estar limitado para fines de prescripción, y se necesita más investigación para respaldar el uso de la RVA. Aunque las pruebas YYIR han recibido más atención en la literatura científica y los datos normativos son más frecuentes, el 30-15 CFI presenta información valiosa para la prescripción y el seguimiento del entrenamiento y, por lo tanto, se recomienda su uso. En la literatura científica se encuentran disponibles ejemplos de cómo se ha utilizado el 30-15 CFI para guiar el entrenamiento en deportes de equipo (12,13,85), y los profesionales deben consultar estos estudios para obtener más orientación sobre la programación utilizando esta prueba.

PRUEBAS SUBMÁXIMAS

Aunque las pruebas aeróbicas máximas son una práctica común, los protocolos submáximos y las medidas de frecuencia cardíaca asociadas representan una herramienta valiosa para una evaluación más frecuente. Esto se debe a la posibilidad de incluir estas valoraciones tras un calentamiento por la poca fatiga que suponen de cara a la parte principal de la sesión de entrenamiento. A su vez, el registro de la frecuencia cardíaca presenta un método no invasivo, eficiente y relativamente económico (10). Las medidas de frecuencia cardíaca utilizadas durante los protocolos submáximos incluyen la frecuencia cardíaca durante el ejercicio (FCe) y la recuperación de la frecuencia cardíaca (FCr). Como valor absoluto o relativo, ambos son indicadores de la aptitud

cardiovascular, es decir, generalmente cuanto más baja es la frecuencia cardíaca y la intensidad percibida para un mismo esfuerzo, mejor condición aeróbica se tendrá (7,27). Para evaluar la FCe, se recomienda la media de los últimos 30 a 60 segundos de una prueba de 4 a 6 minutos (10), y cuando se expresa en términos relativos (%), proporciona una buena indicación de la intensidad relativa del ejercicio (10). Aunque la FCr generalmente se evalúa entre 60 y 120 segundos después de completar una prueba submáxima (27,69), puede ser menos sensible a los cambios en el estado de entrenamiento (10). El uso de FCe y FCr en combinación puede brindar la mejor opción de identificar correctamente los cambios en la aptitud aeróbica.

Las versiones submáximas de las pruebas intermitentes Yo-Yo están disponibles para evaluar la condición física de los jugadores de fútbol. Se demostró que una versión submáxima de 6 minutos del YYIR1 tiene una fiabilidad aceptable con respecto al FCe (CV 1–3%) y FCr (CV 6%) en jugadores bien entrenados (32, 54, 69). El YYIR1 submáximo también tiene una buena validez predictiva con respecto al rendimiento de YYIR1 ($r=0,81$) (3,54), y se ha documentado que el cambio relevante más pequeño en FCe después del YYIR1 submáximo es del 1% al 4% (69,74). De manera similar, se ha constatado que el Yo-Yo submáximo de resistencia intermitente de nivel 2 (YYIE2) tiene una buena fiabilidad con errores típicos bajos (CV 1,4%) en jugadores profesionales y tiene una buena validez predictiva con grandes correlaciones con YYIE2 ($r=0,75$) y rendimiento en la conducción de partidos ($r=0,75$) (8).

Alternativamente, la prueba de calentamiento submáximo propuesta por Rabbani et al. (73) podría resultar especialmente útil a efectos de seguimiento. Rabani et al. (73) evaluaron la fiabilidad y validez de una carrera de ida y vuelta submáxima de 4 minutos (estandarizada a una velocidad de carrera de 12,5 km·h⁻¹ con ida y vuelta de 100 m), que puede integrarse fácilmente en el calentamiento de un atleta. En jugadores profesionales masculinos, se informó una buena fiabilidad para la FCe (media de los últimos 30 s de la prueba; CV=1,4%) y FCr (frecuencia cardíaca media 60 segundos después de la finalización; CV=2,8%), además de grandes relaciones inversas con la prueba 30-15 CFI para FCe (%; $r=0,5$) y FCr (%; $r=0,76$), lo que sugiere una buena validez concurrente. También se informaron los cambios relevantes más pequeños de 3 y 6%, respectivamente, para FCe y FCr (%) (73). Dada la facilidad de administración y los beneficios potenciales de usar una velocidad de carrera continua estandarizada (10), recomendamos los preparadores físicos incluyan semanalmente pruebas submáximas de campo en el para el monitoreo regular de los jugadores.

PRUEBAS DE VELOCIDAD

El sprint ocurre en los momentos clave en los partidos y, por lo tanto, la velocidad y la aceleración representan parámetros clave de rendimiento (33). Los jugadores de élite se han vuelto más rápidos con el tiempo, con una mejora del 2,5 % en la velocidad máxima en un sprint de 20 m informado entre 1995 y 1999 y entre 2006 y 2010 en jugadores masculinos (46). Además, la cantidad de sprints (85 %) y el volumen de sprints (35 %) completados dentro de un partido ha aumentado con el tiempo en el fútbol profesional masculino (5). La aceleración y la velocidad de sprint máxima también pueden distinguir entre los estándares de juego, ya que los jugadores de élite son más rápidos que los jugadores de subélite (45). Tradicionalmente, los sprints cortos de 5 a 30 m se han utilizado para evaluar la capacidad de velocidad (aceleración y velocidad máxima de sprint) de los jugadores de fútbol (95), con tiempos parciales medidos utilizando células

fotoeléctricas disponibles comercialmente (44). La fiabilidad de evaluar el rendimiento en sprints cortos usando células fotoeléctricas (40 m) ha sido examinada extensamente en la literatura, con una buena fiabilidad (CV=1–3%) reportada (44).

Aunque la evaluación del rendimiento en sprints cortos utilizando tiempos parciales es común, otros métodos han ganado popularidad en la práctica. Esto incluye el uso de sistemas globales de navegación por satélite (GPS) para evaluar la velocidad máxima (55), lo que podría aliviar los problemas prácticos y de programación asociados con las pruebas de condición física al permitir que se evalúe la velocidad máxima en el entrenamiento o la competición. Se ha demostrado que el uso de GPS de 10 Hz es válido y confiable para la evaluación de la velocidad máxima en comparación con la tecnología de pistola de radar (4,76). Se han reportado errores típicos bajos (CV 1.5–2.1%) y altas correlaciones ($r=0.95$) con la velocidad máxima obtenida en un sprint de 30 m en jugadores de deportes de equipo (4,76). Esto es muy relevante dado el uso frecuente de la velocidad máxima derivada de GPS en la determinación de umbrales locomotores individualizados (62). En jugadores de élite, se han informado medidas de velocidad máxima derivadas de GPS de alrededor de 9,6 y 8,0 m·s⁻¹ para jugadores masculinos y femeninos, respectivamente (44,70). A pesar de esto, la tecnología GPS puede no ser adecuada para evaluar diferentes aspectos del rendimiento del sprint, como la aceleración. Además, si los profesionales eligen evaluar la velocidad máxima usando GPS en entrenamiento basado en juegos o partidos, es importante comprender que es posible que no se obtenga una velocidad máxima real, aunque existe cierto debate al respecto (9, 29, 61). Si el GPS es el método elegido, los jugadores deben usar las mismas unidades para evitar que la diferencia entre unidades afecte los resultados (76); sin embargo, se recomienda verificar la calidad de la señal para garantizar la exactitud de los datos mediante la dilución de precisión horizontal y el número de satélites (58).

Investigaciones recientes han demostrado que es posible explorar las propiedades mecánicas macroscópicas que sustentan el rendimiento del sprint usando un modelo simple (81). La velocidad máxima teórica, la fuerza máxima y la potencia máxima se pueden estimar para producir un perfil de fuerza-velocidad-potencia individualizado a partir de la curva de velocidad-tiempo de un jugador durante un sprint de 30 a 40 m (64,81). La pendiente de la curva de fuerza-velocidad, la relación entre la fuerza horizontal y la vertical y la tasa de disminución de la fuerza a lo largo del sprint también se derivan de este modelo y son valiosos en la comprensión de sprint cinética y cinemática (64). Por lo tanto, variables que antes solo podían calcularse en un laboratorio, ahora se evalúan en el campo. Este método se puede implementar de manera precisa y confiable usando fotocélulas, una pistola de radar o video de alta velocidad usando la aplicación MySprint para iPad (41,77). Recientemente se exploró el uso de datos GPS para calcular el perfil de potencia de fuerza-velocidad de sprint (66), pero se necesita más trabajo para validar este proceso. Los perfiles de fuerza-velocidad-potencia de sprint proporcionan una evaluación detallada de las capacidades de sprint y pueden facilitar un enfoque individualizado para el desarrollo de la velocidad (48). Por ejemplo, donde se observan déficits de fuerza, la programación debe centrarse en el trabajo de fuerza (48). Además, el crecimiento de los datos normativos disponibles para los jugadores de fútbol con respecto a la fuerza, velocidad y potencia máximas (%) ha hecho que este enfoque contemporáneo sea más viable para los profesionales. Se ha informado una fiabilidad aceptable entre pruebas para los resultados mecánicos en jugadores de fútbol, con errores típicos de aproximadamente 1,5 % para velocidad y 3–5 % para fuerza, potencia y tasa de disminución de la fuerza (41), pero los

profesionales deben considerar evaluar la fiabilidad a corto plazo (es decir, semana a semana).

En resumen, la velocidad es clave para el rendimiento en el fútbol y los componentes de la velocidad (es decir, la aceleración y la velocidad máxima) deben evaluarse con regularidad. Los avances en la tecnología y el conocimiento han brindado varias opciones con respecto a la evaluación de la velocidad, y los profesionales ahora pueden realizar una evaluación en profundidad de las cualidades de la velocidad en el campo, lo que podría ayudar a monitorear y prescribir el entrenamiento. Recomendamos el uso de tiempos parciales de sprint cortos como herramienta de evaluación comparativa, en combinación con la evaluación de fuerza-velocidad-potencia de sprint para facilitar la prescripción de entrenamiento individualizada adecuada.

RENDIMIENTO DEL CICLO ESTIRAMIENTO-ACORTAMIENTO

El ciclo estiramiento acortamiento (CEA) es un mecanismo que se produce en el sistema músculo-tendinoso, concretamente entre la fase excéntrica y la fase concéntrica. La “fuerza máxima” aisladamente puede tener una aplicación directa limitada al rendimiento en el fútbol, ??el papel de la fuerza máxima en el desarrollo de atletas “explosivos” o “impulsivos” es importante (100). De acuerdo con las leyes de Newton, el impulso mecánico es la cantidad de fuerza aplicada en un determinado tiempo, y al ser una magnitud vectorial tiene una dirección y un sentido. Los esfuerzos neuromusculares máximos tienen el objetivo de maximizar el impulso, por ejemplo, cuando acelera en una dirección lineal hacia adelante hacia un balón, se requiere que un jugador transmita un impulso hacia atrás y hacia abajo rápidamente (60). Por lo tanto, la evaluación de la función del CEA a través de la medición del impulso, la fuerza y ??la velocidad máximas es muy relevante.

Las evaluaciones de salto proporcionan un método simple para estimar el impulso vertical máximo, siendo las pruebas de salto con contramovimiento las más frecuentemente reportadas en la literatura (22,43). El rendimiento del salto generalmente se evalúa a través de la altura del salto (65). La altura del salto es una métrica útil y confiable que describe el resultado de la fuerza de reacción vertical y el impulso resultante en unidades comprensibles para jugadores y entrenadores. La estimación de la altura del salto a partir de la velocidad de despegue utilizando una plataforma de fuerzas se considera el método estándar de oro (38); sin embargo, el método del tiempo de vuelo ha permitido desarrollar una variedad de instrumentos diferentes para la estimación de la altura del salto en el campo. El tiempo de vuelo y/o la altura del salto, calculados mediante sistemas de medición óptica como Optojump (Microgate) o aplicaciones móviles (MyJump), han mostrado fuertes asociaciones ($r=0,96-0,995$) con plataformas de fuerza (2,18,36,75). Estos métodos también han demostrado una gran fiabilidad (CCI=0,93-0,97; CV=3,3-4,2%). La altura media típica del salto con contramovimiento derivado del tiempo de vuelo (sin brazos) para los jugadores de élite es de aproximadamente 30 cm en las jugadoras (31) y aproximadamente 40 cm en los jugadores masculinos (46). Sin embargo, parece ser valioso ir más allá de esta métrica para obtener una mejor comprensión de la estrategia de salto y/o el perfil de fuerza-velocidad.

La altura del salto es el resultado de la magnitud de la fuerza vertical aplicada al suelo y la duración de la aplicación de la fuerza, es decir, el impulso de propulsión vertical (63). Por lo tanto, un atleta puede lograr la misma altura de salto aplicando una mayor fuerza en un tiempo más corto o viceversa, siendo lo primero potencialmente ventajoso en el

fútbol (94). Además, se lograrán alturas de salto más altas cuando se permita un contramovimiento, en comparación con los saltos sin contramovimiento (p. ej., saltos en posición de squat o SJ), que es el resultado de mayores fuerzas de propulsión (96). Análisis fuerza-tiempo utilizando plataformas de fuerzas (63) podría ser beneficioso para identificar estas estrategias y cuantificar el ciclo de estiramiento-acortamiento, como el contramovimiento y la fuerza, el tiempo o el impulso de la fase propulsora. Esto permite a los profesionales comprender más acerca de la función neuromuscular o del ciclo de estiramiento-acortamiento de un jugador (63) y brinda información valiosa sobre la individualización de los programas de entrenamiento. Por ejemplo, un entrenador puede usar dicha información para identificar a los jugadores que requieren un mayor enfoque excéntrico o concéntrico dentro de su programa de desarrollo físico o aquellos que pueden beneficiarse al enfocarse en aumentar la producción de fuerza absoluta o la tasa de producción de fuerza. Sin embargo, existe una variedad de métricas potenciales que varían en su validez y fiabilidad (98), y está más allá del alcance de este artículo proporcionar una descripción detallada. Recomendamos que los profesionales consideren las variables clave de interés de antemano en lugar de adoptar un enfoque general para el análisis y seguir las pautas publicadas, por ejemplo, McMahon et al. (63). Para los preparadores físicos sin plataformas de fuerzas, el análisis de video en cámara lenta podría ser una alternativa para comprender el período en el que se aplican las fuerzas y así avanzar más allá de la altura del salto.

Si la distancia de impulso se controla en un salto, la potencia es igual a la fuerza multiplicada por la velocidad, y el perfil de fuerza-velocidad-potencia del salto de un jugador se puede obtener utilizando principios similares a los descritos para la carrera de velocidad (64). Esto requiere que el jugador realice saltos desde posición de squat o saltos con contramovimiento utilizando una variedad de condiciones de carga. Al igual que las pruebas de fuerza-velocidad-potencia de sprint, se pueden estimar la fuerza máxima teórica, la velocidad y la potencia máxima. Se sugiere que un perfil de fuerza-velocidad óptimo es aquel en el que la potencia máxima de un atleta se logra con una carga igual al peso corporal y que las desviaciones de este perfil tienen implicaciones para la prescripción del entrenamiento (64). Estos métodos son fiables y válidos (53,83,84) y se puede realizar utilizando dispositivos de fotocélula o aplicaciones móviles (como MyJump 2) sin necesidad de costosas plataformas de fuerzas (2,24,65,87). Cuando se aplica el salto con contramovimiento, se ha informado una alta fiabilidad entre intentos en atletas, con alta reproducibilidad del orden de rango ($CCI > 0,95$) y bajo error estándar de las estimaciones ($CV < 1,0\%$) para la altura del salto, fuerza, velocidad, y potencia (53), pero recientemente se ha cuestionado la fiabilidad a corto plazo (es decir, semana a semana). Recientemente se informó que existe un alto error estándar de las estimaciones entre dispositivos (plataforma de fuerzas, transductores lineales de posición y tiempo de vuelo) con errores altos y CCI bajos para la velocidad (salto de contramovimiento: $CV, 11,8-17,5\%$; $CCI, 0,19-0,69$; squat jump: $CV, 8,6-17,4\%$; $CCI, 0,54-0,79$) y la pendiente del perfil de fuerza-velocidad (salto con contramovimiento: $CV, 15,5-26,7\%$; $CCI, 0,40-0,78$; squat jump: $CV, 13,9-29,3\%$; $CCI, 0,36-0,76$) utilizando un salto con contramovimiento (56). Dada la disparidad en la literatura y que es probable que las diferencias en las metodologías influyan en la fiabilidad (50), recomendamos que los profesionales que opten por utilizar perfiles de fuerza-velocidad sigan los procedimientos descritos por Morin y Samozino (64) cuidadosamente y consideren evaluar la fiabilidad a corto plazo (es decir, semana a semana) en sus deportistas.

Una consideración final es la medición de la “fuerza reactiva” a través de saltos con caída

(DJ) o repetidos (RJ) para evaluar la función del ciclo de estiramiento-acortamiento y/o la rigidez vertical en el plano sagital (36,60). El índice de fuerza reactiva (altura del salto o tiempo de vuelo/tiempo de contacto con el suelo) proporciona a los practicantes información importante sobre la capacidad de un jugador para transmitir un impulso dado en un período corto (36,60). Un meta-análisis reciente describe asociaciones moderadas entre el índice de fuerza reactiva y la aceleración y la velocidad máxima y grandes asociaciones con el rendimiento en cambios de dirección (51). Los saltos verticales desde una caja de 30 cm (DJ30) se usan comúnmente para medir el índice de fuerza reactiva (23,90). Además, una medida sencilla de la fuerza reactiva es la prueba de 10 a 5 saltos repetidos (40), que se puede realizar mediante dispositivos de fotocélulas o aplicaciones móviles como el perfil fuerza-velocidad de salto. La altura del salto, el tiempo de contacto con el suelo y el índice de fuerza reactiva derivados de la prueba de 10 a 5 saltos repetidos son métricas confiables en atletas de deportes de equipo (CCI >0,89 para un CV; entre 4 y 10%) (23,90). Estas métricas son útiles para rastrear al menos cambios "moderados" en el rendimiento, y los saltos repetidos proporcionan índices de fuerza reactiva comparables a los de un salto con caída de 30 cm (23, 90). Aunque el salto con contramovimiento brinda la oportunidad de evaluar la "actividad del ciclo de estiramiento-acortamiento lento" (?>250 milisegundos [ms]), una prueba de caída o salto repetido permite una estimación de la actividad del "ciclo de estiramiento-acortamiento rápido" (?<250 ms) (23,96). Por lo tanto, recomendamos incluir ambas pruebas para evaluar las cualidades físicas relacionadas con el CEA de los jugadores de fútbol. Esto se da asumiendo que el atleta ejecuta las pruebas con técnica correcta y máxima intensidad. Por ejemplo, el contacto con el talón durante la caída o los saltos repetidos alteraría la curva de fuerza de reacción y la suposición de una actividad de ciclo de estiramiento-acortamiento rápido (60). Los practicantes también pueden considerar el uso de perfiles de fuerza-velocidad-potencia de salto (Figura 1).

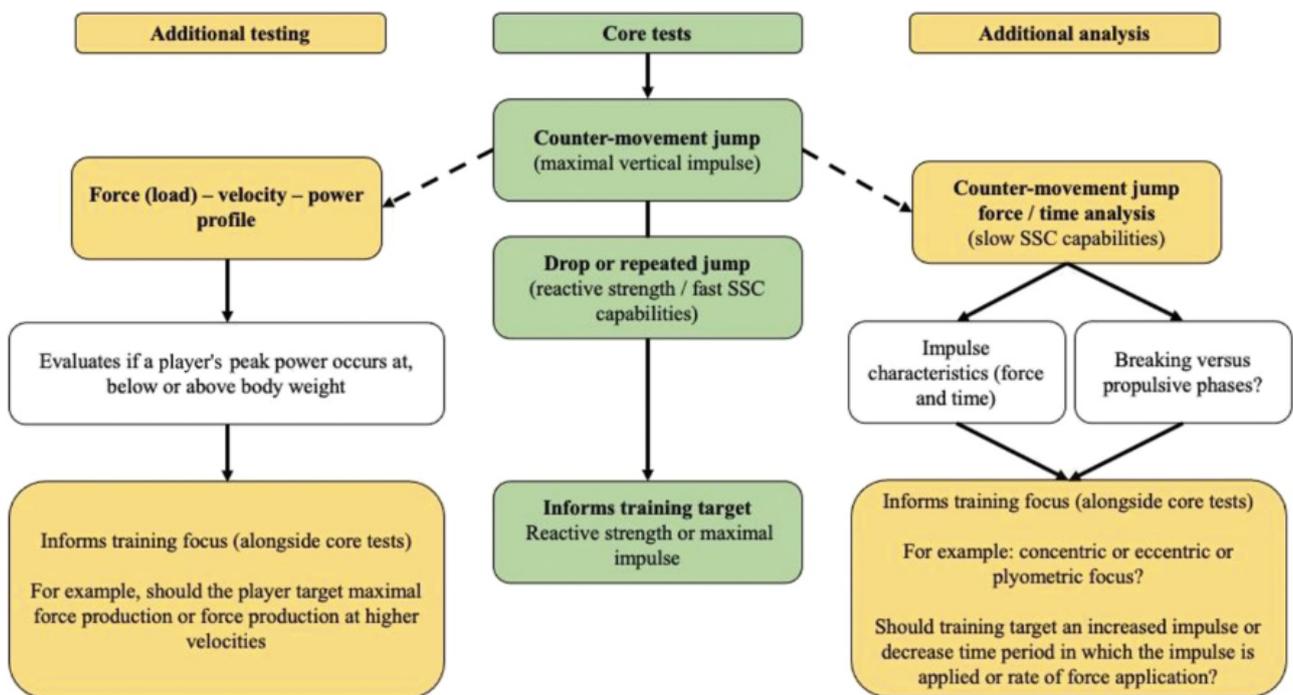


Figura 1. Nuestro enfoque de prueba de salto recomendado. El lomo verde representa las pruebas básicas que se pueden administrar de manera rápida/eficiente. Las pruebas ámbar demuestran oportunidades para realizar pruebas adicionales, para una comprensión más detallada de los jugadores.

Las variables de las pruebas de salto también tienen potencial como medidas representativas de la fatiga neuromuscular en los jugadores de fútbol (34). Estos datos se pueden recopilar rápidamente como parte de una sesión regular de fuerza y acondicionamiento en el gimnasio. Sin embargo, la altura del salto con contramovimiento por sí sola parece carecer de sensibilidad para identificar la fatiga (93), probablemente debido a que los jugadores alteran su estrategia para lograr el mismo resultado. Por ejemplo, se ha demostrado que el salto con contramovimiento requiere más tiempo de ejecución y con un componente excéntrico reducido (38). Por el contrario, la relación entre el tiempo de vuelo y el tiempo de contracción derivado de la plataforma de fuerzas para el salto con contramovimiento (25) o el índice de fuerza reactiva del salto con caída es una medida sensible del estado de fatiga (36).

En resumen, la evaluación de la capacidad de los jugadores para aplicar la fuerza y específicamente el impulso que se puede transmitir durante períodos relativamente cortos es importante. Recomendamos a los profesionales que consideren pruebas de salto y caída con contramovimiento o saltos repetidos para estimar la función del ciclo de acortamiento de estiramiento rápido y lento. También recomendaríamos la adición de perfiles de fuerza-velocidad-potencia de salto y/o análisis de tiempo de fuerza para identificar características individuales como se detalla en la Figura 1.

RENDIMIENTO DE AGILIDAD / CAMBIOS DE DIRECCIÓN

La agilidad, “un movimiento rápido de todo el cuerpo con cambio de velocidad o dirección en respuesta a un estímulo” (86), se ha identificado como un componente clave de la aptitud física en el fútbol. Sin embargo, la evaluación de la agilidad es complicada, con habilidades perceptivas y de cambio de dirección que sustentan el rendimiento (71). Para evaluar eficazmente la agilidad, es fundamental distinguir entre el rendimiento perceptivo (es decir, el tiempo de reacción) y el tiempo de movimiento (o tiempo total) (67). Sin embargo, hacerlo de una manera ecológicamente válida y confiable es problemático, lo que limita el uso de evaluaciones de agilidad en el fútbol (71,95). No existe consenso sobre la prueba de agilidad más apropiada, y los métodos que se han utilizado, como la reacción a las luces o las señales audibles, no son óptimos (67,71). En consecuencia, los profesionales generalmente optan por evaluar el tiempo de movimiento mediante la evaluación de la capacidad de cambio de dirección (es decir, cambiar de dirección en una tarea planificada previamente).

La capacidad de cambio de dirección (CCD) se ha visto tradicionalmente dentro del contexto del tiempo total para completar un curso específico. Previamente, Stewart et al. (88) evaluaron la fiabilidad entre pruebas y la validez factorial de 5 pruebas de CCD de uso común en jugadores de deportes de equipo (masculinos y femeninos), e informaron una alta fiabilidad con CV típicos bajos para la prueba de agilidad de Illinois ($r=0,89$; $CV=2,0$ %). L-Run ($r=0,94$; $CV=2,0$ %), prueba de proagilidad ($r=0,90$; $CV=2,2$ %) y prueba t ($r=0,95$; $CV=2,0$ %). Quizás, la prueba más popular en el fútbol, la prueba 505, también poseía una buena fiabilidad ($r=0,88$; $CV=2,4$ %) (88). A menudo se usa una versión modificada de la prueba 505 (dentro de la cual los jugadores no completan un sprint inicial de 10 m) para evaluar la capacidad CCD de los jugadores de fútbol; sin embargo, la fiabilidad de esta prueba requiere una mayor exploración en jugadores veteranos (91). Es importante destacar que se ha demostrado que los determinantes de la capacidad de CCD son específicos de la prueba (19,78), y los médicos deben tener esto en cuenta al seleccionar una prueba de CCD. La posición inicial, el ángulo CCD y la

velocidad de entrada tienen un marcado impacto en el rendimiento y los mecanismos cinemáticos y cinéticos subyacentes (67); en consecuencia, existe una falta de consenso sobre la prueba de CCD más adecuada en el fútbol.

Se ha sugerido que las pruebas de CCD que evalúan el tiempo necesario para completar un curso dado pueden no ser efectivas para aislar la capacidad de CCD y están influenciadas por la capacidad de sprint lineal (67). Se ha enfatizado la importancia de medir la capacidad de CCD usando una medida válida (67). El déficit de CCD se calcula como la diferencia de tiempo entre un sprint lineal de 10 m y un tiempo de 505 de 10 m (68). Se ha demostrado que, aunque los jugadores con mayores capacidades de sprint lineal muestran un mayor rendimiento de CCD, es probable que produzcan un gran déficit de CCD, lo que es indicativo de una menor eficiencia (57). Estos datos sugieren que el déficit de CCD proporciona una mayor profundidad de información, pero se necesita más trabajo con respecto a la fiabilidad en jugadores mayores, dada la fiabilidad insatisfactoria reportada en jugadores de fútbol jóvenes y los datos limitados disponibles sobre jugadores mayores (91).

La evaluación del rendimiento técnico de la CCD utilizando técnicas de análisis cinemático y cinético (es decir, análisis bidimensionales y tridimensionales) puede presentar información útil adicional para los profesionales (67). La información técnica obtenida del análisis de video, como los tiempos de contacto o los ángulos/posiciones de las articulaciones, permite una prescripción de entrenamiento más detallada con respecto al rendimiento y los factores de riesgo de lesiones en los jugadores de fútbol. Aunque históricamente dicho análisis ha consumido mucho tiempo y ha requerido un costoso software especializado, el desarrollo de aplicaciones móviles que utilizan cámaras de alta velocidad integradas en teléfonos móviles y tablets modernas, como CODTimer (1) o Dartfish Express, ha simplificado este proceso al permitir que el video en cámara lenta se analice en el campo y reduzca los costos. Además, se ha demostrado que la aplicación CODTimer tiene una buena fiabilidad entre ensayos para el tiempo total empleado ($CV=2,6-3,5\%$) y validez en comparación con las fotocélulas ($r=0,96$; cambio mínimo relevante= $0,03$ s) en jugadores de fútbol (1). El uso de la tecnología App presenta una opción contemporánea para la evaluación de la habilidad CCD; sin embargo, puede priorizarse con casos especiales donde se necesita un análisis en profundidad para evitar costos de tiempo innecesarios.

Tal como lo resumen Nimphius et al. (67), dados los requisitos matizados de cambiar de dirección en diferentes circunstancias (p. ej., ángulo de giro, velocidad de entrada, posición inicial), no se dispone de una única prueba exhaustivamente válida y confiable de la capacidad de CCD para los jugadores de deportes de equipo. Por lo tanto, comprender las fortalezas y limitaciones de las pruebas seleccionadas y cómo el profesional pretende utilizar los datos para mejorar la prescripción del entrenamiento o perfilar a los jugadores es crítico. Por ejemplo, cuando un practicante desea conocer la capacidad de desaceleración de un jugador, puede ser más apropiado usar una prueba basada en carreras de ida y vuelta (como la prueba 505 o un sprint de ida y vuelta de 5 m) que una prueba que se centre más en la maniobrabilidad. Hay evidencia que sugiere que gran parte de la variación en el rendimiento de CCD puede determinarse a través de la regresión lineal de otras capacidades, como el rendimiento en sprints cortos y fuerza reactiva (31). Según la evidencia actual, se recomienda a los profesionales que utilicen pruebas que sean cortas para aislar el rendimiento de CCD, pero deben ser conscientes de las limitaciones de las pruebas que elijan.

PROGRAMACIÓN DE PRUEBAS

La Tabla 1 muestra un programa de pruebas de temporada propuesto para jugadores de fútbol de élite masculinos y femeninos, con referencia a qué pruebas recomendamos usar y en qué momentos de la temporada. Al considerar el cronograma de pruebas, los profesionales deben adoptar un enfoque de coste-beneficio. Por lo tanto, hemos sugerido la programación de pruebas solo cuando los datos informen el proceso de prescripción de entrenamiento, lo que justifica el coste de tiempo y la carga adicional. Por ejemplo, decidimos no incluir pruebas de fuerza-velocidad-potencia al final de la temporada, donde es poco probable que influya en la prescripción en los programas fuera de temporada, que a menudo no están supervisados ??y favorecen la preparación general (incluido el acondicionamiento aeróbico).

Tabla 1. Propuesta de pruebas de valoración para jugadores de futbol a lo largo de la temporada.

| Test | Pre-season | Start-season | Mid-season | End-season |
|-------------------------|------------|--------------|-----------------|------------|
| Sprint (10–30 m) | X | X | X | |
| CMJ | X | X | X | X |
| RSI | X | X | X | X |
| 30:15 test | X | X | X | X |
| Sprint FVP | X | X | X | |
| Jump FVP | | X | X | |
| Submaximal warm-up test | | | Weekly testing† | |

*CMJ = countermovement jump; FVP = force-velocity-power; RSI = reactive strength index.

†Weekly when no maximal testing.

Los datos normativos específicos de la posición para los jugadores de campo, junto con la fiabilidad test-retest (CV%) y los valores de cambio mínimo relevante (cuando estén disponibles) para las pruebas propuestas se presentan para jugadores masculinos y femeninos, respectivamente, en las Tablas 2 y 3. Aunque está más allá del alcance de esta revisión discutir la interpretación de datos en detalle, alentamos a los profesionales a considerar el cambio mínimo detectable para grupos e individuos con respecto al error de prueba y la diferencia mínima prácticamente importante o el cambio mínimo relevante. Turner et al. presentan ejemplos prácticos del uso de estos enfoques en combinación (93) y Weakley et al. (99).

Tabla 2. Valores normativos de pruebas de condición física para jugadores masculinos de élite.

| | Defenders | Midfielders | Attackers | CV (%) | SWC |
|---|-------------|-------------|-------------|--------|-------|
| Speed | | | | | |
| 10-m (s) (46) | 1.53 ± 0.05 | 1.55 ± 0.06 | 1.50 ± 0.06 | 1.6 | 0.01 |
| 30-m (s) (46) | 3.93 ± 0.04 | 3.96 ± 0.04 | 3.86 ± 0.05 | 1.6 | 0.03 |
| 40-m (s) (46) | 5.06 ± 0.04 | 5.11 ± 0.04 | 4.98 ± 0.05 | 0.7 | 0.03 |
| F ₀ (N·kg ⁻¹) (42) | 8.4 ± 0.6 | 8.3 ± 0.5 | 8.6 ± 0.6 | 3.0 | 0.1 |
| V ₀ (m·s ⁻¹) (42) | 9.3 ± 0.4 | 9.2 ± 0.4 | 9.3 ± 0.4 | 1.5 | 0.1 |
| Pmax (W·kg ⁻¹) (42) | 19.4 ± 1.6 | 19.1 ± 1.5 | 20.1 ± 1.6 | 2.7 | 0.3 |
| RF (%) (42) | 47.2 ± 1.5 | 47.0 ± 1.4 | 47.9 ± 1.5 | | 0.3 |
| Aerobic fitness | | | | | |
| MAS (km·h ⁻¹) (98) | 16.3 ± 0.8 | 16.4 ± 0.9 | 16.2 ± 1.0 | 1-3 | 0.3 |
| Strength/power | | | | | |
| CMJ (no arms) cm (46) | 39.5 ± 5.0 | 37.5 ± 3.7 | 40.0 ± 4.9 | 3.1 | 1.0 |
| RSI (m·s ⁻¹) (36) | >2.0 | >2.0 | >2.0 | 6-7 | ~0.06 |
| F ₀ (N·kg ⁻¹) (52) | 36.7 ± 5.7† | 36.7 ± 5.7† | 36.7 ± 5.7† | | 1.1 |
| V ₀ (m·s ⁻¹) (52) | 3.2 ± 0.6† | 3.2 ± 0.6† | 3.2 ± 0.6† | | 0.1 |
| Pmax (W·kg ⁻¹) (52) | 28.9 ± 3.2† | 28.9 ± 3.2† | 28.9 ± 3.2† | | 0.6 |

*F₀ = fuerza teórica máxima; V₀ = velocidad teórica máxima; Pmax = potencia máxima; RF = relación de fuerza; MAS = velocidad aeróbica máxima; CMJ = altura de salto con contramovimiento; RSI = índice de fuerza reactiva; 30-15 = 30-15 prueba de condición física intermitente; SWC = cambio más pequeño que vale la pena (calculado como 0,2 × entre las desviaciones estándar del sujeto); CV = coeficiente de variación.

†Los datos específicos del puesto no estaban disponibles.

Tabla 3. Valores normativos de pruebas de condición física para jugadoras femeninas de élite.

| | Defenders | Midfielders | Attackers | CV (%) | SWC |
|---|-------------|-------------|-------------|--------|------|
| Speed | | | | | |
| 10m (s) (47) | 1.69 ± 0.07 | 1.70 ± 0.07 | 1.68 ± 0.09 | 2.9 | 0.02 |
| 30m (s) (47) | 4.40 ± 0.06 | 4.44 ± 0.06 | 4.34 ± 0.08 | 2.6 | 0.03 |
| 40-m (s) (47) | 5.71 ± 0.06 | 5.76 ± 0.06 | 5.62 ± 0.08 | 3.0 | 0.03 |
| F ₀ (N·kg ⁻¹) (42) | 7.6 ± 0.4 | 7.6 ± 0.4 | 7.6 ± 0.5 | | 0.1 |
| V ₀ (m·s ⁻¹) (42) | 8.0 ± 0.4 | 7.9 ± 0.4 | 8.1 ± 0.5 | | 0.1 |
| Pmax (W·kg ⁻¹) (42) | 15.1 ± 1.3 | 15.1 ± 1.4 | 15.5 ± 1.4 | | 0.3 |
| RF (%) (42) | 42.8 ± 1.4 | 42.7 ± 1.6 | 43.2 ± 1.6 | | 0.3 |
| Aerobic fitness | | | | | |
| 30-15 IFT (km·hr ⁻¹) (84) | 18.7 ± 0.4 | 19.5 ± 0.5 | 19.3 ± 0.4 | < 3.0 | 1.0 |
| MAS (km·h ⁻¹) (49) | 15.0 ± 0.9 | 14.4 ± 0.9 | 14.4 ± 1.2 | 1-3 | 0.2 |
| Strength/power | | | | | |
| CMJ (no arms) cm (47) | 29.6 ± 4.0 | 28.4 ± 3.9 | 30.5 ± 4.5 | 3.3 | 1.0 |
| RSI (m·s ⁻¹) (28) | >1.2 | >1.2 | >1.2 | 10 | 0.09 |
| F ₀ (N·kg ⁻¹) (52) | 32.9 ± 3.6† | 32.9 ± 3.6† | 32.9 ± 3.6† | | 0.7 |
| V ₀ (m·s ⁻¹) (52) | 3.0 ± 0.3† | 3.0 ± 0.3† | 3.0 ± 0.3† | | 0.1 |
| Pmax (W·kg ⁻¹) (52) | 24.7 ± 0.9† | 24.7 ± 0.9† | 24.7 ± 0.9† | | 0.2 |

*F₀ = fuerza teórica máxima; V₀ = velocidad teórica máxima; Pmax = potencia máxima; RF = relación de fuerza; MAS = velocidad aeróbica máxima; CMJ = altura de salto con contramovimiento; RSI = índice de fuerza reactiva; 30-15 = 30-15 prueba de condición física intermitente; SWC = cambio más pequeño que vale la pena (calculado como 0,2 × entre las desviaciones estándar del sujeto); CV = coeficiente de variación.

†Los datos específicos del puesto no estaban disponibles.

El enfoque tradicional de las valoraciones en el fútbol ha sido completar una batería de pruebas, que se programan en función de las demandas fisiológicas de cada una. Como resumen Turner et al. (95), este enfoque a menudo llevaría a los practicantes a utilizar el siguiente orden: pruebas de reposo y sin fatiga (frecuencia cardíaca en reposo, composición corporal, flexibilidad y pruebas de salto) seguidas de pruebas de agilidad, pruebas de potencia/fuerza, pruebas de sprint, pruebas de capacidad anaeróbica, y finalizando con un test de capacidad aeróbica. Además, se recomienda que el intervalo de recuperación entre las pruebas se base en el curso del tiempo de recuperación de sustratos metabólicos clave, con un mínimo recomendado de 3 minutos (95).

En la Tabla 4 se muestra una guía sobre este enfoque tradicional utilizando las pruebas recomendadas. También brindamos orientación sobre un enfoque más flexible para programar pruebas durante una semana de entrenamiento, que complementa los horarios de entrenamiento de los jugadores sin ocupar un día de entrenamiento completo. Usando este enfoque, los practicantes pueden usar pruebas para complementar los resultados del entrenamiento diario de acuerdo con la periodización de un microciclo dado.

Tabla 4. Ejemplo de batería de prueba tradicional con orden de prueba sugerido y períodos de descanso*

| Test | Rest duration |
|---|----------------------------|
| Anthropometry assessments | None |
| CMJ or jump FVP | 3-5 min between reps/tests |
| RSI (e.g., 30-cm drop jump) | |
| Sprint FVP or 30-m sprints (10 and 30-m splits) | 3-5 min between reps/tests |
| Change of direction test (if selected) for example 505 test | 3-5 min between reps/tests |
| 30-15 intermittent fitness test | NA |

*CMJ = salto con contramovimiento; FVP = fuerza-velocidad-potencia; RSI = prueba de índice de fuerza reactiva; repeticiones = repeticiones.

Las tablas 5 y 6 muestran ejemplos de cómo se pueden integrar las pruebas en una semana de entrenamiento "en temporada" y "pretemporada", para complementar los horarios de entrenamiento de los jugadores y permitir evaluaciones más regulares. Es importante enfatizar que la integración de este enfoque para las pruebas solo debe usarse durante una semana de 1 juego, dado el enfoque adicional en la recuperación y la preparación táctica necesaria en una semana de varios juegos.

Tabla 5. Ejemplo de integración de pruebas en un programa semanal para jugadores profesionales de fútbol (semana de 1 partido)*

| Time | MD+2 | MD+3 | MD-3 | MD-2 | MD-1 | MD | MD+1 |
|------|---------------------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|---------------------|------|----------|
| AM | Submaximal WUT technical | Jump FVP/RSI Intensive | Extensive | Sprint FVP Speed/Power | Tactical/Reactivity | Game | Recovery |
| PM | Recovery | Strength | Tactical | Strength | Recovery | | |

*FVP = force-velocity-power; RSI = reactive strength index test; MD = Matchday; WUT = warm-up test.

Tabla 6. Ejemplo Integración de pruebas en un programa semanal para futbolistas profesionales (pretemporada)*

| Time | Mon | Tues | Weds | Thurs | Fri | Sat | Sun |
|------|------------------------------|----------------------|-----------|-----------|------------------------------|-----------|----------|
| AM | CMJ + 30-15 Technical | RSI Intensive | Extensive | Technical | 30-m Sprint Intensive | Extensive | Recovery |
| PM | Strength | Technical | Strength | Recovery | Strength | Recovery | |

El texto en negrita indica prueba de condición física.

*CMJ = salto con contramovimiento; RSI = prueba de índice de fuerza reactiva; 30-15, 30-15 = prueba de condición física intermitente.

APLICACIONES PRÁCTICAS

En resumen, este artículo tuvo como objetivo proporcionar a los profesionales una visión

general contemporánea de las prácticas de evaluación de la condición física para jugadores de fútbol profesional bien entrenados. Si bien es clave adherirse a los principios básicos de las pruebas de fiabilidad, validez y practicidad, proponemos que los objetivos clave de las pruebas de condición física en el fútbol deberían ser mejorar la prescripción del entrenamiento a nivel de grupo/individual y, por lo tanto, sugerimos las pruebas más prácticas que se pueden realizar. Los protocolos de prueba descritos presentan prácticas basadas en evidencia que podrían permitir a los practicantes aprovechar los avances teóricos y tecnológicos que se han producido durante la última década en las ciencias del deporte. Cada una de las pruebas recomendadas puede facilitar el desarrollo de programas de entrenamiento individualizados y mejorar el perfil físico de futbolistas masculinos y femeninos bien entrenados. También destacamos un enfoque alternativo a la programación de pruebas en un entorno de formación a tiempo completo. Si bien la práctica tradicional ha sido programar un "día de prueba" que puede ser necesario en algunos entornos, el uso de un enfoque de "micro-dosificación" de varios días podría permitir una batería de pruebas complementaria y eficiente en el tiempo que se puede integrar en los programas del reproductor y limitar la interferencia con el entrenamiento.

REFERENCIAS

1. Balsalobre-Fernández C, Bishop C, Beltrán-Garrido JV, et al. The validity and reliability of a novel app for the measurement of change of direction performance. *J Sports Sci* 37: 2420–2424, 2019.
2. Balsalobre-Fernández C, Glaister M, Lockey RA. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *J Sports Sci* 33: 1574–1579, 2014.
3. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports Med* 38: 37–51, 2008.
4. Barbero-Álvarez JC, Coutts A, Granda J, Barbero-Álvarez V, Castagna C. The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *J Sci Med Sport* 13: 232–235, 2010.
5. Barnes C, Archer D, Bush M, Hogg R, Bradley P. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *Int J Sports Med* 35: 1–6, 2014.
6. Bellenger CR, Fuller JT, Nelson MJ, et al. Predicting maximal aerobic speed through set distance time-trials. *Eur J Appl Physiol* 115: 2593–2598, 2015.
7. Borresen J, Lambert MI. Autonomic control of heart rate during and after exercise. *Sports Med* 38: 633–646, 2008.
8. Bradley PS, Mohr M, Bendiksen M, et al. Sub-maximal and maximal yo-yo intermittent endurance test level 2: Heart rate response, reproducibility and application to elite soccer. *Eur J Appl Physiol* 111: 969–978, 2011.
9. Buchheit M, Simpson BM, Hader K, Lacombe M. Occurrences of near-to-maximal speed-running bouts in elite soccer: Insights for training prescription and injury mitigation. *Sci Med Football*: 1–6, 2020.

10. Buchheit M. Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to rome?. *Front Physiol* 5, 2014. doi: 10.3389/fphys.2014.00073.:
11. Buchheit M, Rabbani A. The 30–15 intermittent fitness test versus the yo-yo intermittent recovery test level 1: Relationship and sensitivity to training. *Int J Sports Physiol Perf* 9: 522–524, 2014.
12. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports Med* 43: 313–338, 2013.
13. Buchheit M. Individualizing High-Intensity Interval Training in Intermittent Sport Athletes with the 30-15 Intermittent Fitness Test. NSCA Hot Topic Series [online], 2011.
14. Buchheit M. The 30–15 intermittent fitness test: 10 year review. *Myorobie J* 1: 146–154, 2010.
15. Buchheit M. The 30-15 intermittent fitness test: Accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *J Strength Cond Res* 22: 365–374, 2008.
16. Carling C, Bradley P, McCall A, Dupont G. Match-to-match variability in high-speed running activity in a professional soccer team. *J Sports Sci* 34: 2215–2223, 2016.
17. Carroll TJ, Riek S, Carson RG. Neural adaptations to resistance training. *Sports Med* 31: 829–840, 2001.
18. Castagna C, Ganzetti M, Ditroilo M, et al. Concurrent validity of vertical jump performance assessment systems. *J Strength Cond Res* 27: 761–768, 2013.
19. Chaouachi A, Manzi V, Chaalali A, et al. Determinants analysis of change-of-direction ability in elite soccer players. *J Strength Cond Res* 26: 2667–2676, 2012.
20. Clancy C, Green P, Curnyn S, Donaldson E, Ring N. The concurrent validity and between-session reliability of a 1000m time trial for the assessment of aerobic fitness in elite development soccer players. *Sports Perf Sci Rep*, 92: 1–3, 2019.
21. Clarke R, Read PJ, De Ste Croix M, Hughes J. The deceleration deficit: A novel field-based method to quantify deceleration during change of direction performance. *J Strength Cond Res*, 2020. doi: 10.1519/JSC.0000000000003856.
22. Claudino JG, Cronin J, Mezêncio B, et al. The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *J Sci Med Sport* 20: 397–402, 2017.
23. Comyns TM, Flanagan EP, Fleming S, Fitzgerald E, Harper DJ. Interday reliability and usefulness of a reactive strength index derived from 2 maximal rebound jump tests. *Int J Sports Physiol Perf* 14: 1200–1204, 2019.
24. Contreras-Diaz G, Jerez-Mayorga D, Delgado-Floody P, Arias-Poblete L. Methods of evaluating the force-velocity profile through the vertical jump in athletes: A systematic review. *Archivos de Medi Dep*: 333–339, 2018.
25. Cormack SJ, Newton RU, McGuigan MR, Doyle TL. Reliability of measures obtained during single and repeated countermovement jumps. *Int J Sports Physiol Perf* 3: 131–144,

2008.

26. Currell K, Jeukendrup AE. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Med* 38: 297–316, 2008.

27. Daanen HA, Lamberts RP, Kallen VL, Jin A, Van Meeteren NL. A systematic review on heart-rate recovery to monitor changes in training status in athletes. *Int J Sports Physiol Perf* 7: 251–260, 2012.

28. Datson N, Hulton A, Andersson H, et al. Applied physiology of female soccer: An update. *Sports Med* 44: 1225–1240, 2014.

29. Djaoui L, Chamari K, Owen A, Dellal A. Maximal sprinting speed of elite soccer players during training and matches. *J Strength Cond Res* 31: 1509–1517, 2017.

30. Dupont G, Akakpo K, Berthoin S. The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res* 18: 584–589, 2004.

31. Emmonds S, Nicholson G, Begg C, Jones B, Bissas A. Importance of physical qualities for speed and change of direction ability in elite female soccer players. *J Strength Cond Res* 33: 1669–1677, 2019.

32. Fanchini M, Castagna C, Coutts AJ, et al. Are the yo-yo intermittent recovery test levels 1 and 2 both useful? Reliability, responsiveness and interchangeability in young soccer players. *J Sports Sci* 32: 1950–1957, 2014.

33. Faude O, Koch T, Meyer T. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J Sports Sci* 30: 625–631, 2012.

34. Fitzpatrick JF, Akenhead R, Russell M, Hicks KM, Hayes PR. Sensitivity and reproducibility of a fatigue response in elite youth football players. *Sci Med Football* 3: 214–220, 2019.

35. Fitzpatrick JF, Hicks KM, Hayes PR. Dose–response relationship between training load and changes in aerobic fitness in professional youth soccer players. *Int J Sports Physiol Perf* 13: 1365–1370, 2018.

36. Flanagan EP, Comyns TM. The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength Cond J* 30: 32–38, 2008.

37. Gathercole RJ, Sporer BC, Stellingwerff T, Sleivert GG. Comparison of the capacity of different jump and sprint field tests to detect neuromuscular fatigue. *J Strength Cond Res* 29: 2522–2531, 2015.

38. Glatthorn JF, Gouge S, Nussbaumer, et al. Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *J Strength Cond Res* 25: 556–560, 2011.

39. Grgic J, Lazinica B, Pedisic Z. Test-retest reliability of the 30–15 intermittent fitness test (CFI): A systematic review. *J Sport Health Sci* 10: 413–418, 2020.

40. Harper D, Hobbs S, Moore J. The 10 to 5 Repeated Jump Test. A New Test for

Evaluating Reactive Strength. Chester, United Kingdom: BASES Student Conference, 2011.

41. Haugen TA, Breitschädel F, Samozino P. Power-force-velocity profiling of sprinting athletes: Methodological and practical considerations when using timing gates. *J Strength Cond Res* 34: 1769–1773, 2020.
42. Haugen TA, Breitschädel F, Seiler S. Sprint mechanical properties in soccer players according to playing standard, position, age and sex. *J Sports Sci* 38: 1070–1076, 2020.
43. Haugen TA, Breitschädel F, Wiig H, Seiler S. Countermovement jump height in national-team Athletes of various sports: A framework for practitioners and scientists. *Int J Sports Physiol Perf* 1: 1–6, 2020.
44. Haugen T, Buchheit M. Sprint running performance monitoring: Methodological and practical considerations. *Sports Med* 46: 641–656, 2016.
45. Haugen TA, Tønnessen E, Hisdal J, Seiler S. The role and development of sprinting speed in soccer. *Int J Sports Physiol Perf* 9: 432–441, 2014.
46. Haugen TA, Tønnessen E, Seiler S. Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995-2010. *Int J Sports Physiol Perf* 8: 148–156, 2013.
47. Haugen TA, Tønnessen E, Seiler S. Speed and countermovement-jump characteristics of elite female soccer players, 1995–2010. *Int J Sports Physiol Perf* 7: 340–349, 2012.
48. Hicks DS, Schuster JG, Samozino P, Morin JB. Improving mechanical effectiveness during sprint acceleration: Practical recommendations and guidelines. *Strength Cond J* 42: 45–62, 2020.
49. Ingebrigtsen J, Dillern T, Shalfawi S. Aerobic capacities and anthropometric characteristics of elite female soccer players. *J Strength Cond Res* 25: 3352–3357, 2011.
50. Janicijevic D, Knezevic OM, Mirkov DM, et al. Assessment of the force-velocity relationship during vertical jumps: Influence of the starting position, analysis procedures and number of loads. *Eur J Sport Sci* 20: 614–623, 2020.
51. Jarvis P, Turner A, Read P, Bishop C. Reactive strength index and its associations with measures of physical and sports performance: A systematic review with meta-analysis. *Sports Med*, 2021. doi: 10.1007/s40279-021-01566-y.
52. Jiménez-Reyes P, Samozino P, García-Ramos A, et al. Relationship between vertical and horizontal force-velocity-power profiles in various sports and levels of practice. *Peer J* 6: 1–18, 2018. doi: 10.7717/peerj.5937.
53. Jiménez-Reyes P, Samozino P, Pareja-Blanco F, et al. Validity of a simple method for measuring force-velocity-power profile in countermovement jump. *Int J Sports Physiol Perf* 12: 36–43, 2017.
54. Krustrup P, Mohr M, Amstrup T, et al. The yo-yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc* 35: 697–705, 2003.

55. Kyrianiou E, Lolli L, Haddad HA, Di Salvo V, et al. A novel approach to assessing validity in sports performance research: Integrating expert practitioner opinion into the statistical analysis. *Sci Med Football* 3: 333–338, 2019.
56. Lindberg K, Solberg P, Bjørnsen T, et al. Force-velocity profiling in athletes: Reliability and agreement across methods. *PLoS One* 16: 1–20, 2021.
57. Loturco I, Pereira L, Freitas TE. Maximum acceleration performance of professional soccer players in linear sprints: Is there a direct connection with change-of-direction ability? *PLoS one* 14: e0216806, 2019.
58. Malone JJ, Lovell R, Varley MC, Coutts AJ. Unpacking the black box: Applications and considerations for using GPS devices in sport. *Int J Sports Physiol Perf* 12: S2–S18, 2017.
59. Malone S, Owen A, Mendes B, et al. High-speed running and sprinting as an injury risk factor in soccer: Can well-developed physical qualities reduce the risk? *J Sci Med Sport* 21: 257–262, 2018.
60. Maloney SJ, Fletcher IM. Lower limb stiffness testing in athletic performance: A critical review. *Sports Biomech*, 2018.
61. Massard T, Eggers T, Lovell R. Peak speed determination in football: Is sprint testing necessary? *Sci Med Football* 2: 123–126, 2018.
62. McCall A, Pruna R, Van der Horst N, et al. Exercise-based strategies to prevent muscle injury in male elite footballers: An expert-led delphi survey of 21 practitioners belonging to 18 teams from the big-5 European leagues. *Sports Med* 50: 1667–1681, 2020.
63. McMahon JJ, Suchomel TJ, Lake JP, Comfort P. Understanding the key phases of the countermovement jump force-time curve. *Strength Cond J* 40: 96–106, 2018.
64. Morin JB, Samozino P. Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *Int J Sports Physiol Perf* 11: 267–272, 2016.
65. Morin JB, Jiménez-Reyes P, Brughelli M, Samozino P. When jump height is not a good indicator of lower limb maximal power output: Theoretical demonstration, experimental evidence and practical solutions. *Sports Med* 49: 999–1006, 2019.
66. Morin JB, Le Mat Y, Osgnach C, et al. Individual acceleration-speed profile in-situ: A proof of concept in professional football players. *J Biomech* 123: 110524, 2021. doi: 10.1016/j.jbiomech.2021.110524.
67. Nimphius S, Callaghan SJ, Bezodis NE, Lockie RG. Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength Cond J* 40: 26–38, 2018.
68. Nimphius S, Geib G, Spiteri T, Carlisle D. Change of direction” deficit measurement in Division I American football players. *J Aust Strength Cond* 21: 115–117, 2013.

69. Owen C, Jones P, Comfort P. The reliability of the submaximal version of the Yo-Yo intermittent recovery test in elite youth soccer. *J Trainology* 6: 31–34, 2017.
70. Park LA, Scott D, Lovell R. Velocity zone classification in elite women's football: Where do we draw the lines? *Sci Med Football* 3: 21–28, 2019.
71. Paul DJ, Gabbett TJ, Nassis GP. Agility in team sports: Testing, training and factors affecting performance. *Sports Med* 46: 421–442, 2016.
72. Pyne DB, Spencer M, Mujika I. Improving the value of fitness testing for football. *Int J Sports Physiol Perf* 9: 511–514, 2014.
73. Rabbani A, Kargarfard M, Twist C. Reliability and validity of a submaximal warm-up test for monitoring training status in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 32: 326–333, 2018.
74. Rago V, Krustup P, Martín-Acero R, Rebelo A, Mohr M. Training load and submaximal heart rate testing throughout a competitive period in a top-level male football team. *J Sports Sci* 38: 1408–1415, 2020.
75. Rago V, Brito J, Figueiredo P, et al. Countermovement jump analysis using different portable devices: Implications for field testing. *Sports* 6: 91, 2018.
76. Roe G, Darrall-Jones J, Black C, et al. Validity of 10-HZ GPS and timing gates for assessing maximum velocity in professional rugby union players. *Int J Sports Physiol Perf* 12: 836–839, 2017.
77. Romero-Franco N, Jiménez-Reyes P, Castaño-Zambudio A, et al. Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. *Eur J Sport Sci* 17: 386–392, 2017.
78. Rouissi M, Chtara M, Owen A, Burnett A, Chamari K. Change of direction ability in young elite soccer players: Determining factors vary with angle variation. *J Sports Med Phys Fitness* 57: 960–968, 2017.
79. Russell M, Kingsley M. Influence of exercise on skill proficiency in soccer. *Sports Med* 41: 523–539, 2011.
80. Sandford GN, Laursen PB, Buchheit M. Anaerobic speed/power reserve and sport performance: Scientific basis, current applications and future directions. *Sports Med*: 51: 2017–2028, 2021.
81. Samozino P, Rabita G, Dorel S, et al. A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scand J Med Sci Sports* 26: 648–658, 2016.
82. Samozino P, Rejc E, Di Prampero PE, Belli A, Morin JB. Optimal force–velocity profile in ballistic movements—Altius. *Med Sci Sports Exerc* 44: 313–322, 2012.
83. Samozino P, Morin JB, Hintzy F, Belli A. A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *J Biomech* 41: 2940–2945, 2008.

84. Scott D, Haigh J, Lovell R. Physical characteristics and match performances in women's international versus domestic-level football players: A 2-year, league-wide study. *Sci Med Football* 4: 211–215, 2020.
85. Scott TJ. Testing, prescribing and monitoring training in team sports: The efficiency and versatility of the 30-15 Intermittent Fitness Test. *Sport Perf Sci Rep*, 2018: 1–5.
86. Sheppard JM, Young WB. Agility literature review: Classifications, training and testing. *J Sports Sci* 24: 919–932, 2006.
87. Stanton R, Wintour SA, Kean CO. Validity and intra-rater reliability of MyJump app on iPhone 6s in jump performance. *J Sci Med Sport* 20: 518–523, 2017.
88. Stewart PF, Turner AN, Miller SC. Reliability, factorial validity, and interrelationships of five commonly used change of direction speed tests. *Scand J Med Sci Sports* 24: 500–506, 2014.
89. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer. *Sports Med* 35: 501–536, 2005.
90. Stratford C, Dos-Santos T, McMahon JJ. A comparison between the drop jump and 10/5 repeated jumps test to measure the reactive strength index. *Prof Strength Cond J* 57: 23–28, 2020.
91. Taylor JM, Cunningham L, Hood P, Thorne B, Irvin G, Weston M. The reliability of a modified 505 test and change-of-direction deficit time in elite youth football players. *Sci Med Football* 3: 157–162, 2019.
92. Thorpe RT, Strudwick AJ, Buchheit M. Monitoring fatigue during the in-season competitive phase in elite soccer players. *Int J Sports Physiol Perf* 10: 958–964, 2015.
93. Turner AN, Parmar N, Jovanovski A, Hearne G. Assessing group-based changes in high-performance sport. Part 2: Effect sizes and embracing uncertainty through confidence intervals. *Strength Cond J* 43: 68–77, 2021.
94. Turner AN, Comfort P, McMahon J, et al. Developing powerful athletes, Part 1: Mechanical underpinnings. *Strength Cond J* 42: 30–39, 2020.
95. Turner A, Walker S, Stenbridge M. A testing battery for the assessment of fitness in soccer players. *Strength Cond J* 33: 29–39, 2011.
96. Turner AN, Jeffreys I. The stretch-shortening cycle: Proposed mechanisms and methods for enhancement. *Strength Cond J* 32: 87–99, 2010.
97. Tønnessen E, Hem E, Leirstein S, Haugen T, Seiler S. Maximal aerobic power characteristics of male professional soccer players, 1989–2012. *Int J Sports Physiol Perf* 8: 323–329, 2013.
98. Warr DM, Pablos C, Sánchez-Alarcos JV, et al. Reliability of measurements during countermovement jump assessments: Analysis of performance across subphases. *Cogent Soc Sci* 6: 843–835, 2020.

99. Weakley J, Mann B, Banyard H, et al. Velocity-based training: From theory to application. *Strength Cond J* 43: 31–49, 2021.

100. Winter EM, Abt G, Brookes FC, et al. Misuse of “power” and other mechanical terms in sport and exercise science research. *J Strength Cond Res* 30: 292–300, 2016.

101. Wong PL, Chaouachi A, Chamari K, Dellal A, Wisloff U. Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 24: 653–6601, 2010.

Link to Original article: <https://www.congresodefuerza.com/journal-nsca-spain/revision-de-las-pruebas-de-condicion-fisica-en-el-futbol-desarrollo-de-una-bateria-de-pruebas-contemporanea?elem=301616>