

Selected Papers from Impact

Creación de Perfiles de la Capacidad de Cambio de Dirección Mediante el Análisis de Subfase 5-0-5

Profiling Change of Direction Ability Using Sub-Phase 5-0-5 Analysis

Chloe Ryan, Aaron Uthoff, Chloe McKenzie y John Cronin

Sports Performance Research Institute New Zealand, University of Technology, Auckland, New Zealand

RESUMEN

La capacidad de cambio de dirección (COD) es un componente importante para la mayoría de los atletas de deportes de campo y de cancha. La prueba de COD 5-0-5 modificada es una prueba de uso común para medir el rendimiento de COD de 180 grados, cuyo valor de diagnóstico se puede avanzar usando una configuración de luces de sincronización múltiples para dividir la prueba en subfases. El objetivo de esta investigación fue determinar qué proporción de la prueba de COD 5-0-5 está dedicada a realizar el COD de 180 grados, si la antropometría y la posición del jugador influyeron en el rendimiento de la subfase y proporcionar un enfoque alternativo para mejorar el diagnóstico de entrenadores y practicantes. Diez atletas femeninas de netball de élite participaron en este estudio. Se utilizaron marcas de temporización de doble haz establecidas en 0.2 y 4 m para aislar las fases de la prueba de COD 5-0-5 y cuantificar el rendimiento del COD. Se utilizaron t-test independientes para evaluar la significancia estadística ($p < 0.05$) entre la antropometría, la posición y el desempeño de las subfases. También se llevó a cabo el orden de clasificación del rendimiento de las subfases para determinar el rendimiento individualizado en todas las fases. El mayor porcentaje de tiempo se dedicó durante el giro de 180 grados y la fase de reaceleración 1 (~23%). Los atletas más pesados fueron significativamente más lentos en la desaceleración (9.26%), giro de 180 grados (17.1%), reaceleración 2 (7.32%) y tiempo total (8.68%). Sin embargo, no se identificaron diferencias entre los jugadores más altos y los más bajos. Se utilizó una tabla de orden de clasificación de subfases para proporcionar información de diagnóstico y entrenamiento que permite una programación más específica para mejorar el rendimiento de COD.

Palabras Clave: Giro de 180 grados, Cambio de dirección, Cambio de dirección, Netball

ABSTRACT

Change of direction (COD) ability is an important component for most field and court sport athletes. The modified 5-0-5 COD test is a commonly used test to measure 180-degree COD performance, the diagnostic value of which can be advanced using a multiple-timing light set-up to divide the test into sub-phases. The aim of this research was to determine what proportion of the 5-0-5 COD test was spent performing the 180-degree COD, whether anthropometry and position of the player influenced the sub-phase performance and provide an alternative approach to improve diagnostics for coaches and practitioners. Ten elite female netball athletes participated in this study. Dual beam timing gates set at 0, 2, and 4 m were used to isolate the phases of the 5-0-5 COD test and quantify COD performance. Independent t-tests were used to assess statistical significance ($p < 0.05$) between anthropometry, position, and performance of the sub-phases. Rank-order

of sub-phase performance was also conducted to determine individualized performance across phases. The highest percentage of time was spent during the 180-degree turn and reacceleration 1 phase (~23%). Heavier athletes were significantly slower for deceleration (9.26%), 180-degree turn (17.1%), reacceleration 2 (7.32%) and total time (8.68%), however no differences were identified between taller and shorter players. A sub-phase rank order table was used to provide diagnostic and training insights that allow more targeted programming to improve COD performance.

Keywords: 180-degree turn, Change of Direction, Change of Direction; Netball

INTRODUCCIÓN

Es importante que los atletas de deportes de campo y de cancha tengan bien desarrollada la capacidad de cambio de dirección (COD), ya que se considera esencial para la participación exitosa en muchos deportes, además de ser uno de los factores determinantes para los atletas de élite (Barber, Thomas, Jones, McMahon y Comfort, 2016; Gabbett, 2006). Hay una multitud de evaluaciones diferentes que se pueden usar para rastrear, monitorear y administrar cambios en el desempeño del COD. Una prueba que se usa comúnmente para medir el COD de 180 grados es la prueba de COD 5-0-5 (Nimphius, McGuigan y Newton, 2010; Spiteri y cols., 2019; Thomas, Dos'Santos, Comfort y Jones, 2016; Venter, Masterson, Tidbury & Krkeljas, 2017). Esta prueba de COD es una prueba relativamente simple que se basa en medir el tiempo total necesario para completar un solo COD de 180 grados en un recorrido de ida y vuelta de 15 m (tradicional) (Draper, 1985) o un recorrido de ida y vuelta de 5 m (modificado) (Gabbett, Kelly y Sheppard, 2008). Debido a la simplicidad y al equipo mínimo requerido para realizar esta prueba, ha sido adoptada por numerosos deportes diferentes (Kulakowski, Lockie, Johnson, Lindsay y Dawes, 2020; Maraga, Duffield, Gescheit, Perri y Reid, 2018; Pruyn, Watsford y Murphy, 2014; Sayers, 2015). Sin embargo, una limitación de estas pruebas es que sólo se produce un tiempo total, lo que proporciona un valor de diagnóstico limitado sobre cómo los atletas ingresan, realizan un giro de 180 grados y salen. Los investigadores han diseñado pruebas como el déficit de COD (Nimphius, Geib, Spiteri, y Carlisle, 2013) y el déficit de desaceleración (Clarke, Read, De Ste Croix, y Hughes, 2020), que tienen como objetivo aislar la fase de desaceleración del tradicional test de 5-0-5 de COD. Sin embargo, estos protocolos aún no brindan información para las fases de aceleración, giro de 180 grados y reacceleración.

Alternativamente, las pruebas COD 5-0-5 se pueden dividir en subfases (es decir, aceleración, desaceleración, giro de 180 grados y reacceleración) para proporcionar un mejor valor de diagnóstico y guiar la programación para un mejor efecto. Una crítica a las pruebas de COD es que un gran porcentaje de las pruebas actuales se dedican a carreras de velocidad lineales, sin evaluar directamente COD, por lo que cualquier conocimiento sobre la capacidad de COD queda enmascarado por la medida global del tiempo total (Nimphius, Callaghan, Spiteri y Lockie, 2016). Por lo tanto, parecería útil comprender el tiempo empleado en cada fase y, lo que es más importante, medir directamente la capacidad de COD.

En segundo lugar, es importante reconocer que no todos los movimientos lineales son iguales. Los atletas acelerarán, desacelerarán y volverán a acelerar, todo dentro de una sola prueba (Jones, Thomas, Dos'Santos, McMahon y Graham-Smith, 2017). Como tales, estas cualidades de movimiento tienen diferentes requisitos neuromusculares y, por lo tanto, requieren una programación y un entrenamiento diferentes (Harper, Carling y Kiely, 2019; Hewit, Cronin, Button y Hume, 2011). Tal afirmación está respaldada por los hallazgos de Ryan y cols., (2021), quienes demostraron que la aceleración, la desaceleración, el giro de 180 grados y la reacceleración eran cualidades motrices en su mayoría independientes en las atletas de élite, e informaron que sólo una variable explicaba más de 50% de la varianza compartida entre las subfases.

La capacidad de cambiar de dirección depende en gran medida de la capacidad de frenado suficiente para detener el impulso (Delaney y cols., 2015). Podría plantearse la hipótesis de que los jugadores con mayor masa corporal tendrían tiempos de rendimiento de COD más lentos, ya que enfrentan un mayor desafío neuromuscular para desacelerar y reaccelerar su cuerpo ($\text{momentum} = \text{masa} \times \text{velocidad}$) (Hewit, Cronin y Hume, 2013). Esta postura fue corroborada por Hewit y colegas (2012), quienes destacaron que las medidas antropométricas contribuyeron al desempeño del COD. Según el conocimiento de los autores, actualmente no hay ningún investigador que haya investigado los efectos de la antropometría sobre el rendimiento de COD en atletas femeninas de netball de élite. Investigadores anteriores han mostrado diferencias en las medidas antropométricas entre las posiciones de juego en netball (Graham, Duthie, Aughey y Zois, 2020; Thomas y cols., 2019). Los jugadores de mediocampo son, en promedio, más bajos (171 cm) y tienen una masa corporal más pequeña en comparación con los defensores y lanzadores de círculo (177.5 cm). Por lo tanto, se supondría que estos jugadores de media cancha tendrían tiempos de COD más rápidos (Graham y cols., 2020; Thomas y cols., 2019).

Dada esta información, los autores estaban interesados en los conocimientos potenciales que podría proporcionar una prueba 5-0-5 modificada, dividida en subfases (es decir, aceleración, desaceleración, giro de 180 grados y reacceleración).

De particular interés fue comprender qué proporción de la prueba se dedicó realmente a cambiar de dirección, si la antropometría y las diferencias de posición influyeron en el rendimiento de la subfase y si un análisis de la subfase podría proporcionar una mejor información de diagnóstico para guiar la individualización de la programación del entrenamiento. Se planteó la hipótesis de que la subfase de giro de 180 grados sería la de mayor duración, que los jugadores más pesados del extremo del círculo y los jugadores más altos tendrían tiempos más lentos para todas las fases, y que la clasificación de las subfases permitiría una mejor información para guiar la programación.

MÉTODOS

Enfoque experimental del problema Diez atletas femeninas de netball de élite realizaron tres pruebas de esfuerzo máximo (cada pierna) de la prueba de COD 5-0-5 modificada, en tres ocasiones de prueba, separadas por siete días. Las luces de cronometraje se colocaron a 0.2 y 4 m y la línea de salida se colocó 0.5 m detrás de la primera marca de cronometraje, para adaptarse a una inclinación hacia adelante y eliminar la falsa activación de las luces de cronometraje. Esto permitió establecer cinco subfases distintas para detectar con mayor precisión el rendimiento de aceleración, desaceleración y COD. Luego se investigaron las cinco subfases en términos de porcentaje de tiempo dedicado a cada fase, así como los efectos de la antropometría y de la posición de juego. También se incluyó un análisis de orden de clasificación como ejemplo de cómo identificar las fortalezas y debilidades de los jugadores individualizados.

Participantes

Diez atletas femeninas de netball de élite (edad: 24.9 ± 5.0 años, altura: 180.1 ± 6.5 cm, peso: 81.3 ± 15.0 kg) participaron en este estudio. Los atletas competían en la liga premier de netball de Nueva Zelanda y tenían un mínimo de seis años de experiencia en netball. Las participantes debían estar sanas y libres de lesiones en el momento de la prueba. A todas las participantes se les proporcionó una hoja de información y se les pidió que completaran un formulario de consentimiento por escrito antes de participar en este estudio. Se notificó a las participantes que eran libres de retirarse del estudio en cualquier momento. Esta investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad Tecnológica de Auckland (20/402).

Para la prueba de COD 5-0-5 modificada, las atletas debían comenzar en una posición dividida de dos puntos con el pie delantero a 0.5 m de la primera marca de cronometraje. Luego se les indicó que hicieran una carrera de 5 m y tocaran con el pie en la línea de COD, realizaran un giro de 180 grados en una pierna específica y retrocedieran 5 m a través de la primera marca de cronometraje. Todas las atletas completaron un calentamiento estandarizado que consistía en la activación de la parte inferior del cuerpo, como caminatas con bandas y sentadillas, una serie de diferentes saltos (saltos con contramovimiento bilaterales y unilaterales verticales y horizontales), flexibilidad dinámica de los isquiotibiales, cuádriceps, caderas y pantorrillas, y sprint progresivo (5, 10 y 20 m) y ejercicios de COD, aumentando la intensidad hasta el máximo esfuerzo. Después de completar el calentamiento, cada atleta realizó tres pruebas modificadas de prueba de COD 5-0-5 en cada pierna. Se proporcionaron tres minutos de descanso entre las pruebas para limitar los efectos de la fatiga. Para asegurarse de que cada atleta tocara la línea, los investigadores observaron cada intento. Si la atleta tuvo una prueba nula, se le dio una nueva prueba después de tres minutos de descanso. Se les indicó que realizaran la prueba con el máximo esfuerzo.

Equipo

Se utilizaron marcas de temporización de doble haz (Swift Performance Equipment, Nueva Gales del Sur, Australia) para cuantificar el rendimiento de COD. Las marcas se colocaron a 0.2 y 4 m de la línea de salida para evaluar las fases de aceleración, desaceleración, giro de 180 grados y reaceleración de la prueba de COD 5-0-5. La altura de la marca de sincronización se fijó en 1 m, en línea aproximada con el centro de masa. Esta configuración produjo cinco divisiones diferentes, así como un tiempo total de rendimiento COD de 5-0-5. Estos tiempos correspondieron a las diferentes fases de la prueba de COD 5-0-5 como se muestra en la Figura 1.

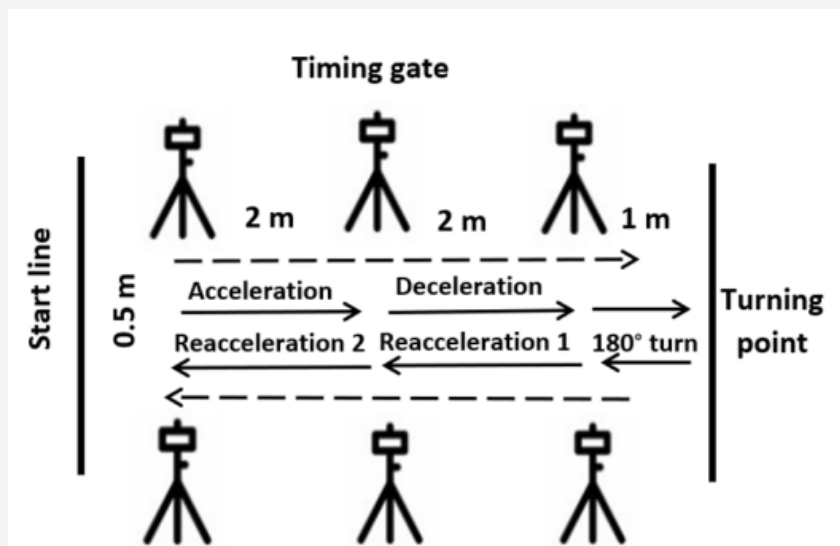


Figura 1. Configuración y fases para la prueba de cambio de dirección 5-0-5 modificada

Análisis estadístico

No se encontraron diferencias significativas entre los tiempos de COD izquierdo y derecho, por lo que los datos se agruparon y todos los análisis posteriores se realizaron en datos promediados. Se implementaron análisis de valores atípicos y de normalidad en los datos agrupados y las medias, y se informaron las desviaciones estándar para todas las variables de interés, con límites de confianza (CL) del 95% cuando era apropiado. Se utilizaron t-tests independientes para evaluar la significación estadística ($p < 0.05$) entre la antropometría (peso y talla) y el rendimiento de las subfases. También se realizó un análisis de orden de clasificación para proporcionar una evaluación visual de las clasificaciones de las variables dependientes de interés. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete de software estadístico IBM SPSS (versión 27.0; IBM Corporation, Nueva York, EE. UU.). El tamaño del efecto g de Hedges se calculó sobre el cambio medio entre grupos y se interpretó utilizando los siguientes criterios; Efecto pequeño = 0.2, efecto medio = 0.5 y efecto grande = 0.8 (Hedges, 1981).

RESULTADOS

Los tiempos promedio para cada subfase y el porcentaje promedio de tiempo empleado en esa fase (15 a 23%) se pueden observar en la Tabla 1. El mayor porcentaje de tiempo se dedicó durante las fases de giro de 180 grados y reaceleración 1 (23%), con el menor porcentaje de tiempo durante la fase de reaceleración 2 (15.5%). Las diferencias de subfase en función de la altura, el peso corporal y la posición se muestran en la Tabla 2. Se encontraron diferencias significativas entre atletas más pesadas (>74 kg) y más livianas (<74 kg) para la desaceleración, giro de 180 grados, reaceleración 2 y tiempo total (7.32-17.14%; $g = 1.90 - 2.54$). Sin embargo, aunque no se encontró que el peso influyera significativamente en las subfases de aceleración y reaceleración 1, hubo un efecto muy grande para la fase de reaceleración 1.

No se encontraron diferencias significativas entre jugadoras más altas (>182 cm) y más bajas (<182 cm) para ninguna de las variables (1.82-3.08%). En cuanto al análisis posicional, sólo se encontró una diferencia significativa entre las jugadoras de círculo y las de media cancha durante la fase de reaceleración 1 (8.20%; $g = 2.24$). Además, aunque no se identificaron diferencias significativas entre las posiciones para la desaceleración y el tiempo total, se observaron grandes efectos a favor de las atletas de media cancha.

Tabla 1. Tiempo promedio y porcentaje del tiempo total y cada subfase de la prueba de COD 5-0-5 modificada.

Total Time	
Average time \pm SD (s)	2.75 \pm 0.16
Range (s)	2.55 – 3.03
Percentage (%)	100
Acceleration	
Average time \pm SD (s)	0.55 \pm 0.03
Range (s)	0.47 – 0.79
Percentage (%)	19.9
Deceleration	
Average time \pm SD (s)	0.51 \pm 0.03
Range (s)	0.47 – 0.56
Percentage (%)	18.7
180-degree turn	
Average time \pm SD (s)	0.64 \pm 0.08
Range (s)	0.53 – 0.79
Percentage (%)	23.1
Reacceleration 1	
Average time \pm SD (s)	0.64 \pm 0.03
Range (s)	0.60 – 0.71
Percentage (%)	23.3
Reacceleration 2	
Average time \pm SD (s)	0.43 \pm 0.02
Range (s)	0.39 – 0.46
Percentage (%)	15.5

El orden de clasificación de cada atleta para cada una de las subfases se puede observar en la Tabla 3. La tabla se ha codificado con colores para mostrar las fortalezas y debilidades de cada atleta, según lo determinado por su clasificación en la subfase que es de ± 2 clasificaciones de su rango de tiempo total. Por ejemplo, la Atleta 1 tuvo el tiempo total más rápido, sin embargo, la desaceleración y la reacceleración se identificaron como áreas de desempeño más bajas.

Tabla 2. Diferencias de subfases en función de la altura, la masa corporal y la posición.

Variable	Mean ± SD		P Value	Difference (%)	Effect Size
Height	> 182 cm	<182 cm			
Acceleration	0.54 ± 0.03	0.55 ± 0.03	0.70	1.82	0.33
Deceleration	0.52 ± 0.03	0.51 ± 0.04	0.70	1.92	0.28
180-degree Turn	0.65 ± 0.09	0.63 ± 0.09	0.71	3.08	0.22
Reacceleration 1	0.65 ± 0.03	0.63 ± 0.03	0.20	3.08	0.67
Reacceleration 2	0.43 ± 0.02	0.42 ± 0.03	0.69	2.38	0.39
Total Time	2.79 ± 0.15	2.72 ± 0.17	0.50	2.51	0.44
Body mass	>74kgs	<74kgs			
Acceleration	0.56 ± 0.35	0.54 ± 0.01	0.20	3.57	0.08
Deceleration	0.54 ± 0.02	0.49 ± 0.03	0.02*	9.26	1.96
180-degree Turn	0.70 ± 0.07	0.58 ± 0.03	0.01**	17.14	2.23
Reacceleration 1	0.66 ± 0.04	0.62 ± 0.02	0.10	6.45	1.26
Reacceleration 2	0.44 ± 0.01	0.41 ± 0.02	0.02*	7.32	1.90
Total Time	2.88 ± 0.12	2.63 ± 0.07	0.00**	8.68	2.54
Position	Circle De-fence/Attack	Mid-Court			
Acceleration	0.55 ± 0.03	0.54 ± 0.01	0.45	1.85	0.45
Deceleration	0.52 ± 0.03	0.49 ± 0.03	0.24	6.12	1.00
180-degree Turn	0.66 ± 0.08	0.61 ± 0.08	0.43	8.20	0.63
Reacceleration 1	0.66 ± 0.03	0.61 ± 0.01	0.04*	8.20	2.24
Reacceleration 2	0.43 ± 0.02	0.42 ± 0.02	0.21	2.38	0.5
Total Time	2.81 ± 0.15	2.67 ± 0.15	0.18	5.24	0.93

* p < 0.05, ** p < 0.001

Tabla 3. Tabla de orden de rango para el tiempo total y cada subfase para la prueba de COD 5-0-5 modificada.

	Total Time	Acceleration	Deceleration	180-degree turn	Reacceleration 1	Reacceleration 2
Athlete 1	1	2	4	1	4	1
Athlete 2	2	2	2	3	1	3
Athlete 3	3	5	1	3	6	2
Athlete 4	4	6	3	5	2	4
Athlete 5	5	1	6	6	3	8
Athlete 6	6	6	7	2	5	7
Athlete 7	7	2	5	8	9	5
Athlete 8	8	8	8	9	3	8
Athlete 9	9	10	10	7	8	10
Athlete 10	10	9	8	10	7	5

Red = 2 SD below total time ranking, Green = 2 SD above total time ranking

DISCUSIÓN

Proporcionar una mejor información de diagnóstico para guiar la programación de una manera más específica fue el objetivo principal de este estudio. Los principales hallazgos fueron: 1) la mayor parte del tiempo se dedicó a las subfases de giro de 180 grados y a la reacceleración 1 (23%); 2) hubo diferencias significativas y efectos muy grandes entre las

atletas más pesadas y las más livianas en tres de las cinco subfases y el tiempo total de COD de 5-0-5; y 3) aunque las atletas pueden producir un buen tiempo total, un análisis de clasificación de subfases puede proporcionar información de diagnóstico para guiar un entrenamiento de COD mejor y más específico.

Aproximadamente el 23 % del tiempo total de la prueba COD 5-0-5 modificada se dedica a cambiar de dirección. Investigaciones previas de Ryan y cols., (2021) concluyeron que el giro de 180 grados fue el mejor predictor del tiempo total ($r= 0,94$), lo que intuitivamente tiene sentido si la mayor parte del tiempo se dedica a esta fase. Curiosamente, se pasó una cantidad de tiempo similar en la fase de reaceleración 1. Esto puede deberse al hecho de que los atletas necesitan recuperar el impulso después de detenerse virtualmente para realizar el movimiento de giro de 180 grados. Estos resultados difieren de los encontrados para la prueba de COD 5-0-5 tradicional. Nimphius y colegas (2013) informaron que aproximadamente el 31% del tiempo se dedicaba a cambiar de dirección; sin embargo, esto se calculó a través del déficit de COD. El déficit de COD se ha definido como una medida práctica para aislar la capacidad de COD independientemente de la velocidad de sprint (Nimphius y cols., 2016), sin embargo, los autores sienten que al restar el tiempo de 10 m de un atleta de su tiempo de COD de 5-0-5 no proporciona información sobre la capacidad de COD de 180 grados, ya que el déficit de COD no tiene en cuenta la desaceleración y la reaceleración fuera del giro. Las posibles razones de esta diferencia del 8% entre los hallazgos podrían ser; 1) la velocidad de entrada al giro de 180 grados probablemente sea mayor durante la prueba de COD tradicional 5-0-5, ya que tienen 15 m iniciales antes de tener que realizar el giro, lo que requiere más tiempo para detenerse y cambiar de dirección, o 2) el método de déficit de COD todavía incluye las fases de desaceleración y reaceleración. Por lo tanto, un enfoque de subfase, como el utilizado en este estudio, puede ser más adecuado para aislar la capacidad de COD.

Se ha propuesto que la antropometría podría tener un efecto potencial sobre el COD (Brughelli, Cronin, Levin y Chaouachi, 2008). Este estudio encontró que las atletas con una mayor masa corporal (>74 kg) fueron significativamente más lentas durante la desaceleración, el giro de 180 grados, las 2 fracciones de reaceleración y el tiempo total, en comparación con las atletas con una masa corporal menor (<74 kg). Las jugadoras más grandes tienen mayor impulso (masa x velocidad) y, por lo tanto, requieren una mayor fuerza de frenado excéntrico para desacelerar, girar y reacelerar. Estas jugadoras están en desventaja dentro de las pruebas que requieren que las atletas esencialmente se detengan y cambien de dirección. Varios estudios han informado que la composición corporal (es decir, la masa corporal y el porcentaje de grasa corporal) afecta el rendimiento de sprint y de COD (Atakan, Unver, Demirci, Bulut y Turnagol, 2017; Brechue, Mayhew y Piper, 2010; Chaouachi y cols., 2009; Ostojic, 2003; Toro-Román y cols., 2021). Sin embargo, una limitación de este estudio es que no se midió la masa grasa y magra, sólo la masa corporal. De los resultados de este estudio, así como de los de investigadores anteriores, parece que lo ideal para un atleta es tener una cantidad baja de masa grasa, ya que una masa grasa más alta dificulta el rendimiento deportivo (Lukaski & RaymondPope, 2021). Una de las formas más sencillas en que un atleta puede mejorar su rendimiento durante estas pruebas, así como su rendimiento deportivo, es mejorar su capacidad de fuerza relativa o disminuir su masa, o más específicamente su masa grasa.

En la hipótesis inicial, los autores pensaron que las jugadoras más altas producirían subfases y tiempos totales significativamente más lentos durante la prueba de COD 5-0-5 modificada en comparación con las jugadoras más bajas, debido a que las jugadoras más altas generalmente tienen una masa corporal más grande. Curiosamente, no se encontraron diferencias significativas entre jugadoras más altas y más bajas para ninguna de las subfases o el tiempo total.

La capacidad de cambiar de dirección rápidamente es un requisito para todas las posiciones de netball (Sweeting, Aughey, Cormack y Morgan, 2017). Curiosamente, sólo se encontró que la subfase de reaceleración 1 difería significativamente entre las jugadoras de defensa/ataque en círculo y las jugadoras de media cancha. Esto puede deberse a que las atletas de la mitad de la cancha realizan con más frecuencia maniobras de COD antes de acelerar rápidamente en otra dirección (Sweeting y cols., 2017). Aunque este es el primer estudio que analiza las cinco subfases diferentes de la prueba de COD 5-0-5 modificada, investigadores anteriores informaron diferencias significativas entre atletas de media cancha y defensores/lanzadores en el círculo para el tiempo total de COD 5-0-5 (Graham y cols., 2020). Sin embargo, estos hallazgos no están respaldados por este estudio. Las diferencias en los hallazgos pueden deberse a una variedad de razones, como niveles heterogéneos de jugadores, número de participantes, métodos y análisis estadístico. Cabe señalar que se utilizó la prueba de COD 5-0-5 tradicional, en lugar de la prueba de COD 5-0-5 modificada. Estos diferentes factores pueden desempeñar un papel importante en los resultados incongruentes de cada estudio.

La tabla de orden de clasificación de las subfases (Tabla 3) se utilizó como ejemplo de cómo identificar las fortalezas y debilidades potenciales de los jugadores. La tabla destaca que la Atleta 1 tuvo el tiempo total más rápido y el tiempo de giro de 180 grados más rápido, lo que respalda el hallazgo de que el tiempo de giro de 180 grados fue el mayor predictor del tiempo total (Ryan y cols., 2021). Este enfoque para presentar los datos también puede brindar información sobre las áreas individualizadas en las que las atletas podrían trabajar para mejorar su tiempo de COD. Por ejemplo, las atletas 3 y 4 podrían beneficiarse de un enfoque de aceleración, mientras que las atletas 1, 3 y 7 podrían beneficiarse de un enfoque de reaceleración en el entrenamiento. Esto no quiere decir que el entrenamiento no pueda iniciarse también en otras áreas. Además, el entrenamiento dentro de cada fase puede tener diferentes focos, por ej., de cualidades físico-antropométricas,

técnicas y/o neuromusculares. Todas las atletas se beneficiarían de reducir la masa grasa tanto como sea posible en la práctica para todas las subfases, pero después de eso, las subfases tienen demandas técnicas y de fuerza específicas.

APLICACIONES PRÁCTICAS

Según el conocimiento de los autores, en el momento de este estudio, ninguna otra investigación había determinado el porcentaje de cada subfase para la prueba de COD 5-0-5 modificada, así como los datos de las atletas presentados en una tabla de orden de clasificación para identificar áreas que podría mejorarse mediante una programación específica. Es evidente a partir de este análisis que la mayor parte de la prueba COD 5-0-5 se realiza en movimiento lineal (es decir, aceleración, desaceleración y reaceleración) y no en el cambio de dirección (~23% del tiempo total). Por lo tanto, el análisis de las subfases es fundamental para aislar la capacidad de COD de un atleta. Además, no todos los movimientos lineales tienen demandas técnicas y neuromusculares similares, por ejemplo, aceleración y desaceleración. Una vez más, el análisis por subfases es importante para medir, rastrear y monitorear los cambios en estas cualidades. Al adoptar este enfoque, proporciona al profesional diagnósticos de mayor nivel, que pueden informar la programación de una manera más analítica. Los principios de individualización y especificidad se logran más fácilmente con este enfoque. Es evidente que la masa corporal afecta la capacidad de un jugador para realizar un COD de 180 grados, y los jugadores más pesados producen tiempos significativamente más lentos durante tres de las subfases y el tiempo total. Dado que la aceleración es una función de la fuerza y la masa ($a = f/m$), los entrenadores pueden concentrarse en mejorar la capacidad de aceleración aumentando la capacidad de fuerza (en particular, la capacidad de fuerza de aceleración y desaceleración horizontal) y/o disminuyendo la masa grasa. Por último, el uso de tablas de orden de clasificación para presentar los tiempos de rendimiento para un enfoque de subfases durante la prueba de COD 5-0-5 puede proporcionar a los profesionales una idea de las diferentes fortalezas y debilidades de un atleta. Este método de presentación de datos permite a los entrenadores desarrollar una programación más específica para mejorar el rendimiento de COD. Los resultados de este estudio deben interpretarse con cautela, ya que el tamaño de la muestra y la población son muy específicos de las atletas femeninas de netball de élite. La investigación futura debería apuntar a replicar las metodologías utilizadas en este estudio actual, dentro de otros deportes, poblaciones y niveles deportivos.

REFERENCIAS

1. Atakan, M., Unver, E., Demirci, N., Bulut, S., & Turnagol, H. (2017). Effect of body composition on fitness performance in young male football players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 19(1), 54-59.
2. Barber, O., Thomas, C., Jones, P., McMahon, J., & Comfort, P. (2016). Reliability of the 505 change-of-direction test in netball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(3), 377-380.
3. Brechue, W., Mayhew, J., & Piper, F. (2010). Characteristics of sprint performance in college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1169-1178.
4. Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport. *Sports Medicine* 38(12), 1045-1063.
5. Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G., Abdelkrim, N., Laurencelle, L., & Castagna, C. (2009). Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1570-1577.
6. Clarke, R., Read, P. J., De Ste Croix, M. B. A., & Hughes, J. D. (2020). The Deceleration Deficit: A Novel Field-Based Method to Quantify Deceleration During Change of Direction Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
7. Delaney, J., Scott, T., Ballard, D., Duthie, G., Hickmans, J., Lockie, R., & Dascombe, B. (2015). Contributing factors to change-of-direction ability in professional rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(10), 2688-2696.
8. Draper, J. A. (1985). The 505 test: A test for agility in horizontal plane. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(1), 15-18.
9. Gabbett, T. (2006). A comparison of physiological and anthropometric characteristics among playing positions in sub-elite rugby league players. *Journal of Sports Sciences*, 24(12), 1273-1280.
10. Gabbett, T., Kelly, J., & Sheppard, J. (2008). Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 174-181.
11. Graham, S., Duthie, G., Aughey, R., & Zois, J. (2020). Comparison of physical profiles of state-level netball players by position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(9), 2654-2662.
12. Harper, D., Carling, C., & Kiely, J. (2019). High-intensity acceleration and deceleration demands in elite team sports competitive match play: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Sports Medicine*, 49(12), 1923-1947.

13. Hedges, L. V. (1981). Distribution theory for Glass's estimator of effect size and related estimators. *Journal of Educational Statistics*, 6(2), 107-128.
14. Hewit, J., Cronin, J., Button, C., & Hume, P. (2011). Understanding deceleration in sport. *Strength & Conditioning Journal*, 33(1), 47-52.
15. Hewit, J., Cronin, J., & Hume, P. (2012). Understanding change of direction performance: a technical analysis of a 180 ground-based turn and sprint task. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 7(3), 493-501.
16. Hewit, J., Cronin, J., & Hume, P. (2013). Kinematic factors affecting fast and slow straight and change-of-direction acceleration times. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 69-75.
17. Jones, P., Thomas, C., Dos'Santos, T., McMahon, J., & Graham-Smith, P. (2017). The role of eccentric strength in 180 turns in female soccer players. *Sports*, 5(2), 42.
18. Kulakowski, E., Lockie, R. G., Johnson, Q. R., Lindsay, K. G., & Dawes, J. J. (2020). Relationships of Lower-body Power Measures to Sprint and Change of Direction Speed among NCAA Division II Women's Lacrosse Players: An Exploratory Study. *Int. International Journal of Exercise Science*, 13(6), 1667.
19. Lukaski, H., & Raymond-Pope, C. (2021). New Frontiers of Body Composition in Sport. *International Journal of Sports Medicine*.
20. Maraga, N., Duffield, R., Gescheit, D., Perri, T., & Reid, M. (2018). Playing not once, not twice but three times in a day: the effect of fatigue on performance in junior tennis players. *International Journal of Performance*, 18(1), 104-114.
21. Nimphius, S., Callaghan, S., Spiteri, T., & Lockie, R. (2016). Change of direction deficit: A more isolated measure of change of direction performance than total 505 time. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(11), 3024-3032..
22. Nimphius, S., Geib, G., Spiteri, T., & Carlisle, D. (2013). Change of direction" déficit measurement in Division I American football players. *JASC*, 21(S2), 115-117.
23. Nimphius, S., McGuigan, M., & Newton, R. (2010). Relationship between strength, power, speed, and change of direction performance of female softball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 885-895.
24. Ostojic, S. (2003). Seasonal alterations in body composition and sprint performance of elite soccer players. *Journal of exercise physiology*, 6(3), 11-14.
25. Pruyn, E., Watsford, M., & Murphy, A. (2014). The relationship between lower-body stiffness and dynamic performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. Physiologie Appliquée, Nutrition et Métabolisme*, 39(10), 1144-1150.
26. Ryan, C., Uthoff, A., McKenzie, C., & Cronin, J. (2021). Sub-phase analysis of the modified 5-0-5 test for better change of direction diagnostics. *The Journal of Sport and Exercise Science*, 5(5). In Press.
27. Sayers, M. (2015). Influence of test distance on change of direction speed test results. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(9), 2412-2416.
28. Spiteri, T., Binetti, M., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Dolci, F., & Specos, C. (2019). Physical Determinants of Division 1 Collegiate Basketball, Women's National Basketball League, and Women's National Basketball Association Athletes: With Reference to Lower-Body Sidedness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(1), 159-166.
29. Sweeting, A. J., Aughey, R. J., Cormack, S. J., & Morgan, S. (2017). Discovering frequently recurring movement sequences in team-sport athlete spatiotemporal data. *Journal of Sports Sciences*, 35(24), 2439-2445.
30. Thomas, C., Dos'Santos, T., Comfort, P., & Jones, P. (2016). Relationship between isometric strength, sprint, and change of direction speed in male academy cricketers. *Journal of Trainology*, 5(2), 18-23.
31. Thomas, C., Ismail, K. T., Simpson, R., Comfort, P., Jones, P., & Dos' Santos, T. (2019). Physical profiles of female academy netball players by position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(6), 1601-1608.
32. Toro-Román, V., Siquier-Coll, J., Bartolomé, I., Grijota, F. J., Maynar, M., & Muñoz, D. (2021). Relationship between body composition and velocity, acceleration and changes of direction tests in university students. . *Journal of Sport & Health Research*, 13(1).
33. Venter, R. E., Masterson, C., Tidbury, G. B., & Krkeljas, Z. (2017). Relationship between functional movement screening and performance tests in elite university female netball players. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education*, 39(1), 189-198.

Cita Original

Ryan, C., Uthoff, A., McKenzie, C., & Cronin, J. (2022). Profiling Change of Direction Ability Using Sub-Phase 5-0-5 Analysis. *International Journal of Strength and Conditioning*, 2(1). <https://doi.org/10.47206/ijsc.v2i1.100>