PubliCE, (PubliCE) 2010

Monograph

Modificación de la Agilidad en la Técnica de Carrera en Reacción a un Defensor en el Rugby de Unión

Keane W Wheeler[1] y Mark G Sayers[2]

RESUMEN

En el presente estudio se utilizó un análisis cinemático tridimensional para examinar la agilidad en la técnica de carrera en condiciones experimentales de rendimiento, pre-planeadas y reactivas, propias del acarreo del balón durante el ataque en el rugby de unión. Se comparó la variación de la técnica de carrera de 8 jugadores de rugby de unión altamente entrenados en condiciones experimentales de asociadas con la agilidad (condiciones pre-planeadas y reactivas) y también la agilidad a diferentes velocidades (rápida, moderada y lenta). Las mediciones cinemáticas se utilizaron para determinar la velocidad del centro de la masa (COM) en los planos antero-posterior (velocidad de carrera) y medio-lateral (velocidad del movimiento lateral). También se analizaron las posiciones de toma de contacto del pie con el suelo y el despegue para el paso previo al desplazamiento lateral (fase previa al cambio de dirección) y luego el desplazamiento lateral (fase de cambio de dirección). Este estudio ha demostrado que se produjo una menor velocidad de movimiento lateral hacia el cambio de dirección pretendido en condiciones experimentales reactivas en comparación con las planeadas por anticipado en las tomas de contacto del pie con el suelo antes del cambio de dirección (0.08 ± 0.28 $m•s^{-1}$ y 0.42 ± 0.25 $m•s^{-1}$, respectivamente) y en el cambio de dirección (0.25 ± 0.42 $m•s^{-1}$ y 0.69 ± 0.43 $m•s^{-1}$, respectivamente). La menor velocidad de movimiento lateral en las condiciones experimentales reactivas estuvo asociada a un mayor desplazamiento lateral del pie (longitud de la pierna de 44.52 ± 6.10 %) en el paso de cambio de dirección, en comparación con las condiciones experimentales pre-planeadas (41.35 ± 5.85%). En gran medida, las habilidades de anticipación bajo las condiciones reactivas proporcionaron un medio para diferenciar la agilidad entre las distintas velocidades, en donde los rendimientos más rápidos demostraron una mayor velocidad de movimiento lateral en la toma de contacto del pie con el suelo durante el cambio de dirección (0.52 ± 0.34 $m•s^{-1}$) en comparación con los moderados (0.20 ± 0.37 $m•s^{-1}$) y lentos (- 0.08 ± 0.31 $m•s^{-1}$). Los cambios de la técnica de carrera bajo condiciones experimentales reactivas resaltan la necesidad de incorporar la toma de decisiones en los programas de agilidad del rugby de unión.

Palabras Clave: agilidad, toma de decisiones, análisis de la cinemática, locomoción, desplazamiento lateral, rugby

INTRODUCCION

Los elementos fundamentales que contribuyen al éxito en deportes de habilidades abiertas, como el rugby de unión, finalmente están determinados por las estrategias de toma de decisiones (Abernethy, 1991). Además, las expresiones del rendimiento de agilidad (tales como los patrones de carrera evasiva en los acarreos de balón en el ataque) son habilidades esenciales en el rugby de unión (Sayers y Washington-King, 2005). Los acarreos de balón en el ataque que demuestran un agilidad competente lo hacen con las estrategias apropiadas de toma de decisión en respuesta a los movimientos y

posiciones del cuerpo del rival a fin de vencer a los defensores y avanzar con el balón (Sayers, 1999). Es importante advertir que la investigación previa ha observado menos del 50% de similitud entre los rendimientos de agilidad reactivos (decisión necesaria) y los pre planados (sin necesidad de tomar una decisión) (Farrow et al., 2005; Sheppard et al., 2006). A pesar de esto, la evaluación del rendimiento de agilidad sin el elemento de la toma de decisiones ha sido una característica de muchos estudios de la biomecánica en esta área (Bencke et al., 2000; Rand y Ohtsuki, 2000; Schot et al., 1995). Por consiguiente, existe un entendimiento limitado con respecto a la modificación de la agilidad en la técnica de carrera en condiciones experimentales de agilidad reactiva en comparación con las planeadas por anticipado.

La importancia de comprender la diferencia entre la agilidad reactiva y la planeada por anticipado se demuestra en el hecho de que los tiempos de rendimiento de agilidad en los patrones de movimiento planeados por anticipado no pueden diferenciar entre niveles de atletas de deportes de equipo (e.g. atletas de alto rendimiento y de menor habilidad) (Baker y Newton, 2008; Gabbett et al., 2008). En contraste, se han observado rendimientos de agilidad más veloces en condiciones experimentales reactivas en atletas de alto rendimiento en comparación con atletas de menor habilidad (Farrow et al., 2005; Sheppard et al., 2006). Los atletas de alto rendimiento claramente poseen estrategias superiores de toma de decisión dentro de un contexto específico del deporte que más tarde mejora la velocidad del rendimiento de agilidad reactiva (Farrow et al., 2005; Sheppard et al., 2006). Además, la habilidad de obtener información precisa en base a señales sutiles de movimiento de los rivales y luego predecir los movimientos de estos rivales es una observación habitual de los practicantes altamente capacitados dentro de los deportes de habilidades abiertas (Abernethy, 2001). En gran medida, otras investigaciones han sugerido que las estrategias superiores de anticipación posibilitan patrones de movimiento más efectivos (en particular estrategias de activación muscular) durante el desplazamiento lateral inicial de una maniobra de agilidad (Besier et al., 2001a). No obstante, más allá de esto, hay un vacío en la investigación donde las estrategias de toma de decisión asociadas a una variación de los patrones de movimiento y las posiciones del pie durante las maniobras de agilidad evasivas no se describen en la literatura científica.

Se ha demostrado que las tareas de agilidad que incluyen la reacción a un estímulo específico del deporte distinguen entre los niveles atléticos respectivos, y esto no fue aparente con menos condiciones específicas tal como la observación de luces direccionales (Shim et al., 2005; Ward y Williams, 2003). Es claro que la presencia de estrategias de percepción y toma de decisión específicas del deporte (condiciones reactivas) son consideraciones importantes a la hora de diseñar procedimientos efectivos para la evaluación de la agilidad. A pesar de esto, los componentes reactivos de la prueba de agilidad habitualmente se presentan en la literatura de maneras que no están relacionadas con el rendimiento específico del deporte tal como señales lumínicas, instrucciones verbales y señas con las manos (Besier et al., 2003; Besier et al., 2001b; Maki et al., 1996; Pollard et al., 2004; Rand y Ohtsuki, 2000). Es necesario incluir la presencia de condiciones experimentales reactivas específicas del deporte durante los procedimientos de evaluación de la agilidad. A partir de esto, existe un alcance considerable para implementar este tipo de investigación dentro del contexto del acarreo del balón en el ataque en el rugby de unión.

Este estudio investigó las diferencias en agilidad de carrera (maniobras de desplazamiento lateral) entre condiciones experimentales reactivas y planeadas por anticipado durante una tarea específica de rugby. Además, se analizó la modificación de la técnica de carrera bajo las condiciones reactivas (maniobras evasivas de desplazamiento lateral) con respecto a la agilidad de carrera en velocidad. De manera notoria, el presente estudio observó que la técnica de carrera evasiva con la inclusión de un elemento de toma de decisión (agilidad reactiva) se asemejaba a las características de rendimiento del acarreo del balón en el ataque en el rugby de unión.

METODOS

Participantes

Ocho jugadores de alto rendimiento (representantes nacionales e internacionales) de rugby de unión masculino participaron de manera voluntaria en este estudio (edad 23 ± 4 años, altura 1.83 ± 0.04 m, masa 98 ± 11 kg). A los jugadores se los dividió en tres categorías de velocidades, según su tiempo medio de agilidad, considerándose rendimiento veloz a aquellos valores por encima de 0.5 desviaciones estándar respecto del tiempo de rendimiento promedio; rendimiento lento a aquellos valores que se encontraban 0.5 desviaciones estándar por debajo de la media, y al rendimiento moderado a aquellos valores que se encontraban entre estas categorías. La velocidad del rendimiento de agilidad se calculó como el tiempo entre la toma de contacto del pie con el suelo en la fase previa al cambio de dirección hasta el despegue del pie en el primer paso de re-aceleración cuando el atleta rectificaba la línea de carrera después del cambio de dirección inicial. El Comité de Ética de Investigación Humana de la Universidad aprobó todos los procedimientos de evaluación, y todos los participantes dieron su consentimiento por escrito antes de las pruebas. Los participantes recibieron descripciones y demostraciones de las tareas de evaluación de la agilidad (condiciones

experimentales planeadas por anticipado y reactivas) y completaron pruebas de agilidad que no fueron medidas (incluyendo la condición experimental reactiva) como parte de la entrada en calor.

Recopilación de Datos

Para el registro de cada prueba se utilizaron seis cámaras de video digitales (Panasonic Nv-GS180GN, Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Japón) que operaron a 50 Hz y con la velocidad del obturador establecida manualmente para capturar a 1/2000th s. Las cámaras de video se ubicaron en ángulos oblicuos al área de evaluación de la agilidad. La prueba se llevó a cabo en una superficie de juego de césped seco y a los participantes se les pidió que usaran botines de rugby y que cargaran un balón de rugby mientras realizaban una carrera máxima a través del trayecto de agilidad (Figura 1). Se evaluaron dos condiciones de prueba diferentes. En el primer test, los participantes dijeron en qué dirección (derecha o izquierda) correrían en el trayecto previo a comenzar cada prueba (planeado por anticipado). La condición experimental del segundo test incluyó un elemento de toma de decisión con el estímulo (en forma de defensor que simulaba patrones de movimiento defensivo del rugby de unión) presente durante el cambio de dirección inicial (Figura 1). Esta tarea requirió que los participantes cruzaran la línea de carrera del rival en forma oblicua a los movimientos del defensor (e.g. si el defensor se movía hacia la izquierda del participante, entonces reaccionaban y daban un paso hacia la derecha y continuaban por el lado derecho del trayecto) (Figura 1). Cabe destacar que el defensor solamente se utilizó como un estímulo de reacción y que no realizó *tackles* a los participantes mientras éstos completaban la tarea de agilidad reactiva. Los participantes completaron 12 intentos para cada condición (6 intentos para ambas direcciones, derecha e izquierda) con el orden y la condición experimental distribuidos de manera aleatoria a lo largo del test.

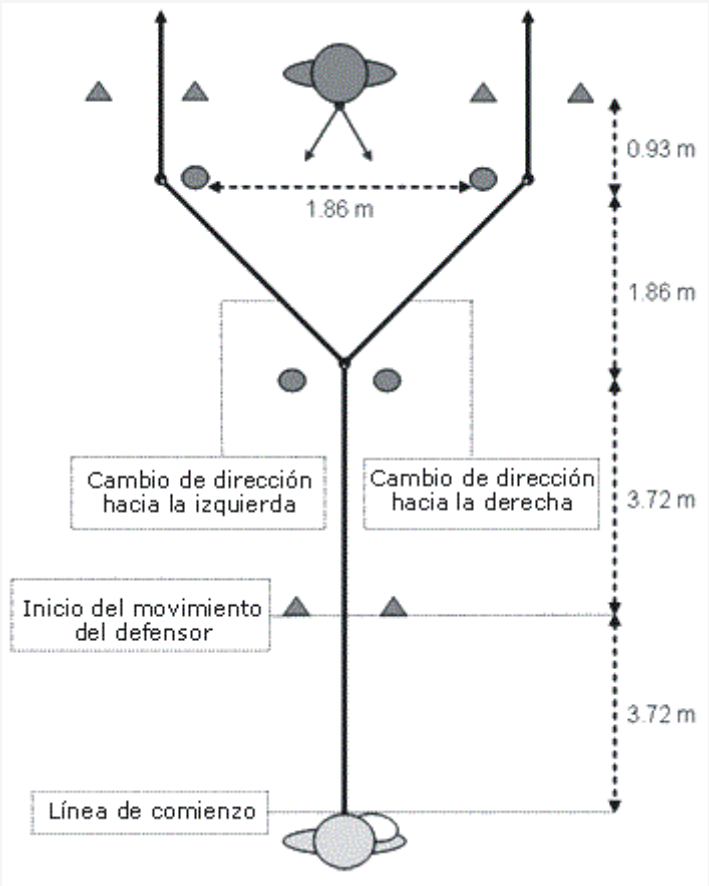

Figura 1. *Diagrama del plano transversal del diseño del trayecto de agilidad.*

Análisis de los Datos

Se utilizó el sistema de análisis de rendimiento Ariel (Ariel Dynamics, Inc., EUA) con un filtro digital de 5Hz para digitalizar de manera manual 20 referencias anatómicas (formando un modelo de cuerpo completo) y 25 puntos de control fijos (graduación de transferencia lineal directa) para el análisis cinemático. La digitalización se completó mediante un

único analista que demostró una alta confiabilidad intra-muestra (en base a coordenadas de referencias anatómicas digitalizadas en dos ocasiones para un rendimiento de agilidad completo) utilizando un coeficiente de variación (CV) y un error típico de medición (TEM) en los planos antero-posterior (CV = 3.12%, TEM = 0.01 m), medio-lateral (CV = 0.42%, TEM = 0.01 m) y vertical (CV = .87%, TEM = 0.01 m) (Menz et al., 2004).

El análisis de la cinemática examinó los efectos de la toma de decisión para el paso previo al desplazamiento lateral de agilidad (fase previa al cambio de dirección) y luego el desplazamiento lateral (fase de cambio de dirección) (Figura 2). Luego se recopilaron las variables en la toma de contacto del pie con el suelo y el despegue del mismo en la fase previa al cambio de dirección y de cambio de dirección. Las mediciones cinemáticas se utilizaron para determinar la velocidad del centro de la masa (COM) en los planos antero-posterior (velocidad de la carrera) y medio-lateral (velocidad del movimiento lateral). Luego se calculó el cambio en la velocidad durante las fases de agilidad para ambas velocidades, de carrera y de movimiento lateral, y se basó en la diferencia entre los valores de la toma de contacto del pie con el suelo y el despegue del mismo. También se calculó el desplazamiento del pie en relación al COM y como porcentaje de la longitud de la pierna (Figura 3). Luego se registró la posición del pie en la toma de contacto con el suelo y el despegue en cada fase de agilidad.

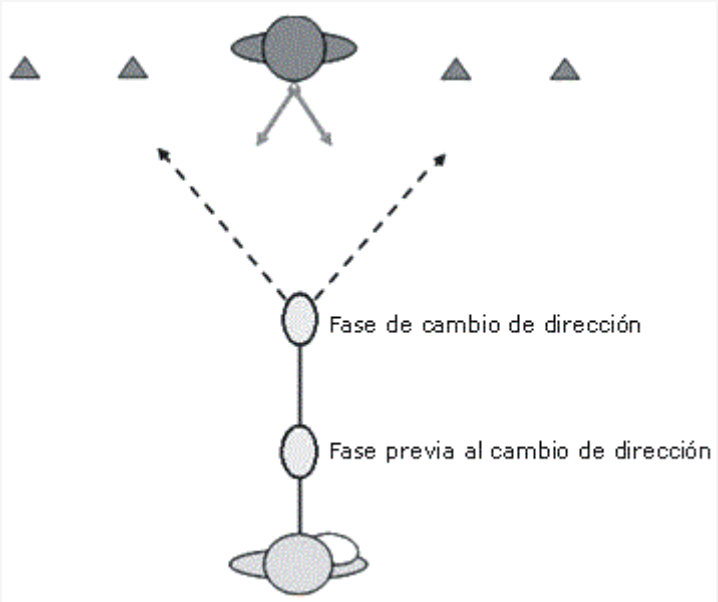

Figura 2. *Representación del plano transversal de la fase previa al cambio de dirección y la de cambio de dirección.*

Análisis Estadísticos

Se utilizó el programa SPSS (Versión 17.0 para Windows, SPSS, Inc., EUA) para presentar las estadísticas descriptivas (x± DE) y llevar a cabo los análisis estadísticos. Las diferencias en las mediciones cinemáticas se compararon entre las condiciones experimentales de rendimiento de agilidad (planeadas por anticipado y reactivas) utilizando pruebas $t_{(t(df)}$ = 000, p = 0.000), mientras que para comparar las mediciones cinemáticas entre las velocidades del rendimiento (rápido, moderado y lento) ($F_{(df)}$ = 000, p = 0.000) se utilizó un análisis de varianza de una vía entre los sujetos. Las variables dependientes incluyeron la velocidad de carrera y la velocidad de movimiento lateral, como también las posiciones antero-posterior y medio-lateral del pie.

RESULTADOS

Fase Previa al Cambio de Dirección

El análisis de la fase previa al cambio de dirección mostró una aceleración mayor de la velocidad de movimiento lateral que se produjo en la condición experimental planeada por anticipado, con

incrementos de 0.29±0.35 $m \cdot s^{-1}$ en comparación con sólo el 0.02 ± 0.39 $m \cdot s^{-1}$ para las condiciones experimentales reactivas ($t_{(94)}$ = 3.476, p = 0.001). Esto luego se asoció a una mayor velocidad de movimiento lateral en la toma de contacto del pie con el suelo en el momento previo al cambio de dirección para las condiciones planeadas por anticipado (0.42 ± 0.25 $m \cdot s^{-1}$) en comparación con las reactivas (0.08 ± 0.28 $m \cdot s^{-1}$, $t_{(94)}$ = 6.130, p < 0.001) (Tabla 1). Luego se demostró que el desplazamiento lateral del pie en la toma de contacto del pie con el suelo en el momento previo al cambio de dirección había cruzado la línea del centro de gravedad y fue mayor en las condiciones experimentales planeadas por anticipado (-5.33 ± 11.33%) en comparación con las condiciones reactivas (0.02 ± 10.71%, $t_{(94)}$ = -2.376, p = 0.020) (Figura 4). De manera similar, el desplazamiento lateral del pie en el despegue ya había cruzado la línea del centro de gravedad y fue mayor en las condiciones experimentales planeadas por anticipado (-11.20 ±17.26%) en comparación con las condiciones reactivas (-1.60 ±15.98%, $t_{(94)}$ = -2.826, p = 0.006).

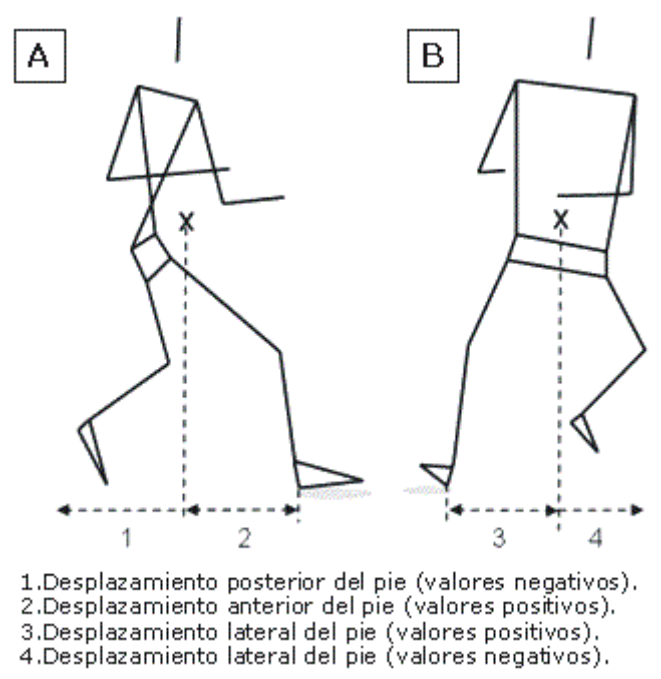

Figura 3. *Ilustración del desplazamiento del pie en relación al centro de la masa (X) y como porcentaje de la longitud de la pierna, (a) vista del plano sagital del desplazamiento antero-posterior del pie, (b) vista del plano frontal del desplazamiento medio-lateral del pie.*

	Condición de Agilidad	
	Planeada por anticipado	**Reactiva**
Toma de contacto del pie con el suelo		
Velocidad de carrera ($m \cdot s^{-1}$)	5.89 (0.53)	5.71 (0.38)
Velocidad del movimiento lateral ($m \cdot s^{-1}$)	0.42 (0.25)	0.08 (0.28) *
Posición antero-posterior del pie (%)	41.68 (14.78)	31.52 (16.12) *
Posición lateral del pie (%)	-5.33 (11.33)	0.02 (10.71) *
Despegue del pie		
Velocidad de carrera ($m \cdot s^{-1}$)	5.25 (0.76)	5.28 (0.62)
Velocidad del movimiento lateral ($m \cdot s^{-1}$)	0.72 (0.49)	0.28 (0.44) *
Posición antero-posterior del pie (%)	-6.82 (15.85)	-4.92 (16.45)
Posición lateral del pie (%)	-11.20 (17.26)	-1.60 (15.98) *

Tabla 1. *Mediciones de la velocidad y posición del pie durante la fase previa al cambio de dirección. *Diferencia significativa entre las condiciones de agilidad.*

El análisis de la velocidad del rendimiento luego mostró que los rendimientos más veloces mostraron incrementos mayores en la velocidad del movimiento lateral (0.29 ± 0.22 $m \cdot s^{-1}$) en comparación con los moderados (0.05 ± 0.23 $m \cdot s^{-1}$, p = 0.005) y los lentos (- 0.18 ± 0.13 $m \cdot s^{-1}$, p < .001) ($F_{(2,45)}$ = 22.858, p < 0.001).

Fase de Cambio de Dirección

El análisis de la fase de cambio de dirección no mostró ninguna diferencia significativa en el cambio de velocidad del movimiento lateral entre las condiciones experimentales de agilidad ($t_{(94)}$ = -1.088, *p* = 0.279), pero sí una velocidad mayor del movimiento lateral en la toma de contacto del pie con el suelo para la condición experimental planeada por anticipado (0.69 ± 0.43 $m \cdot s^{-1}$) en comparación con la reactiva (0.25 ± 0.42 $m \cdot s^{-1}$, $t_{(94)}$ = 4.953, p < 0.001) (Tabla 2). Otros análisis mostraron que el desplazamiento lateral del pie en la toma de contacto del pie con el suelo en el cambio de dirección fue mayor en las condiciones experimentales reactivas (44.52 ± 6.10%) en comparación con las planeadas por anticipado (41.35 ± 5.85%, $t_{(94)}$ = -2.601, p = 0.011). Asimismo se halló que los rendimientos más veloces mostraron mayores velocidades de movimiento lateral en la toma de contacto del pie con el suelo (0.52 ± 0.34 $m \cdot s^{-1}$) en comparación con los moderados (0.20 ± 0.37 $m \cdot s^{-1}$, p = 0.034) y los lentos (-0.08 ± 0.31 $m \cdot s^{-1}$, p < 0.001) ($F_{(2,45)}$ = 13.017, p < 0.001). Además, los rendimientos veloces exhibieron mayores incrementos en la velocidad de movimiento lateral durante el desplazamiento lateral (1.83 ± 0.37 $m \cdot s^{-1}$) en comparación con rendimientos más lentos (1.50 ± 0.41 $m \cdot s^{-1}$, $F_{(2,45)}$ = 3.634, p = 0.041) para las condiciones experimentales reactivas.

Otros análisis mostraron que no hubo diferencias significativas en la velocidad de carrera en la toma de contacto del pie con el suelo en el cambio de dirección entre la condición planeada por anticipado y la reactiva ($t_{(94)}$ = -0.290, p = 0.772).

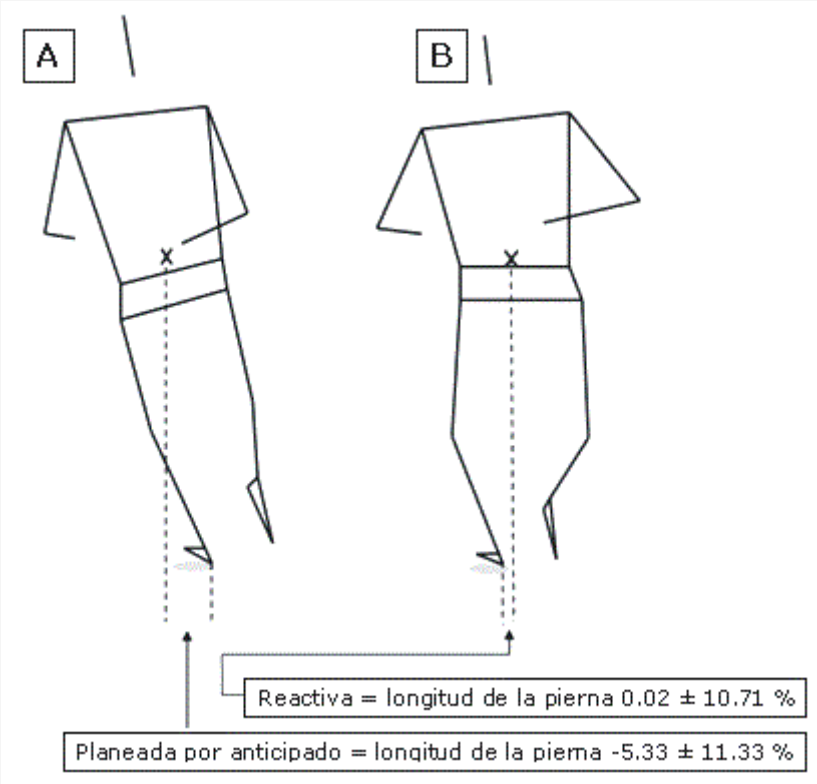

Figura 4. *Representación del plano frontal del desplazamiento lateral de la toma de contacto del pie con el suelo en el momento previo al cambio de dirección, (a) condiciones experimentales planeadas por anticipado, (b) condiciones experimentales reactivas.*

Sin embargo, no se ha observado ninguna diferencia significativa en la toma de contacto del pie con el suelo en el cambio

de dirección entre la condición experimental planeada por anticipado (46.24 ± 11.20 %) y la reactiva (37.94 ± 13.32 %, $t_{(94)}$ = 3.307, p = 0.001). Luego se demostró que el paso de cambio de dirección se produjo con anterioridad (en relación al cambio de la línea de dirección) para las condiciones planeadas por anticipado (0.13 ± 0.42 m) en comparación con las reactivas (- 0.24 ± 0.48 m, $t_{(94)}$ = 4.112, p < 0.001), con rendimientos veloces (0.01 ± 0.38 m) al ejecutar este paso con anterioridad respecto de los lentos (- 0.53 ± 0.43 m, p = 0.003) para las condiciones experimentales reactivas ($F_{(2,45)}$ = 6.996, p = 0.002) (Figura 5).

DISCUSION

Fase Previa al Cambio de Dirección

Los incrementos de la velocidad del movimiento lateral previos al desplazamiento lateral de la agilidad indican que el movimiento fue dirigido hacia el cambio de dirección pretendido. Esto concuerda con la investigación previa que ha demostrado que en general los atletas despliegan movimientos laterales dirigidos hacia la línea de carrera pretendida previos a las acciones de desplazamiento lateral planeadas (Andrews et al., 1977). De manera notoria, el presente estudio ha demostrado que la inclusión del elemento de toma de decisiones para la prueba de agilidad limitó el desarrollo de la velocidad preliminar del movimiento lateral previo a la agilidad del desplazamiento lateral. A pesar de esto, se observó que los rendimientos más veloces aún mostraban mayores velocidades de movimiento lateral durante la fase previa al cambio de dirección en comparación con los moderados y lentos para las condiciones experimentales reactivas. Este hallazgo coincide con otros estudios que han demostrado que la inclusión de elementos de toma decisión distingue entre las velocidades del rendimiento de agilidad (Farrow et al., 2005; Sheppard et al., 2006).

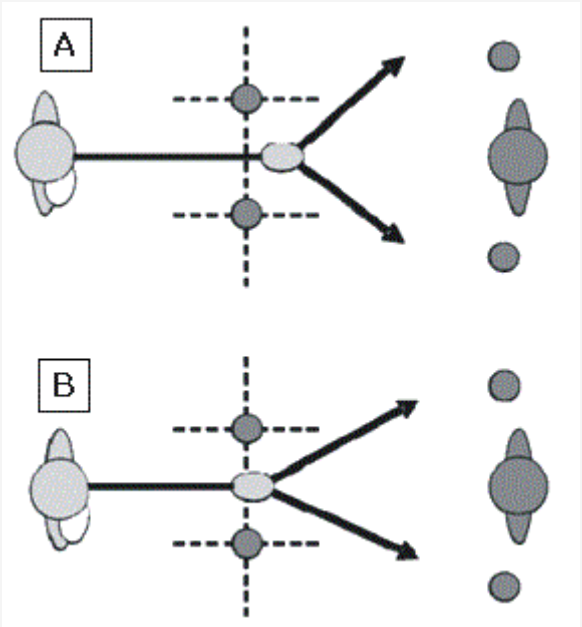

Figura 5. *Representación del plano transversal de la posición de desplazamiento lateral, (a) rendimiento lento, (b) rendimientos veloces.*

Los atletas de alto rendimiento que practican deportes multi-direccionales (agilidad) han demostrado estrategias superiores de toma de decisión por encima de los atletas menos capacitados en las tareas de agilidad reactiva que incluían estímulos relacionados con el deporte (Farrow et al., 2005). De ahí que la presencia de elementos de toma de decisión deberían considerarse como una característica esencial de los programas de desarrollo de la habilidad de la agilidad en el rugby de unión. Aunque no se haya analizado en este estudio, es importante tener en cuenta los factores asociados con el período refractario psicológico a la hora de discutir la presencia de los movimientos preliminares en los deportes de evasión. El período refractario psicológico se refiere a la capacidad limitada del sistema nervioso central de procesar con rapidez varios estímulos presentados de manera consecutiva (McMorris, 2004). Desde un punto de vista práctico, los

atletas evasivos intentan explotar este concepto mediante la incorporación de movimientos *falsos* que proporcionan estímulos adicionales para engañar a los rivales defensivos con respecto al cambio de dirección pretendido. Claramente, los patrones de movimiento engañosos limitan las señales visuales ofrecidas a la defensa antes de iniciar una maniobra de agilidad evasiva durante los acarreos de balón ofensivos en el rugby de unión. Como resultado, se pretende que las acciones *falsas* perturben la toma de decisiones del rival y presenten imperfecciones en las estrategias defensivas, mejorando así la habilidad de evadir a los rivales defensivos. A partir de esto, si un jugador ofensivo que lleva el balón debe evadir la defensa pero posee habilidades de agilidad reactiva deficientes (e.g. no puede generar una rápida velocidad de movimiento lateral en respuesta al patrón defensivo), esto facilitaría que le realizaran un *tackle* al portador del balón. Esto está respaldado por el hallazgo de que las condiciones experimentales reactivas del presente estudio alteraron la técnica de agilidad en la carrera. De ahí que la ausencia de los elementos de toma de decisión en las pruebas de agilidad y programas de entrenamiento puede dar como resultado que se entrenen patrones de movimiento incorrectos. Esto resalta la necesidad de incluir condiciones de rendimiento específicas del deporte a la hora de diseñar las pruebas y programas de entrenamiento en los deportes de habilidades abiertas. Asimismo, debería advertirse que a los participantes no se les pidió que realizaran *engaños* en el presente estudio, pero que el *engaño* crea un nuevo paradigma de investigación y debería considerarse como el paso siguiente para el análisis que examine condiciones de prueba y entrenamiento apropiadas específicas del deporte en deportes como el rugby de unión.

Fase de Cambio de Dirección

La disminución de la velocidad de la carrera con incrementos intencionados para el desplazamiento anterior del pie representa un elemento fundamental durante la fase de cambio de dirección de las maniobras de agilidad (Andrews et al., 1977). Sin embargo, la ausencia de variación en la velocidad de carrera, a pesar de las diferentes posiciones anteriores del pie entre las tareas de agilidad, sugiere que la relación entre estos componentes puede verse afectada por las condiciones reactivas. Es posible que la disminución en la posición anterior del pie esté relacionada con la naturaleza imprevisible de la tarea de agilidad reactiva. Colocar el pie más cerca del COM sin duda significó que el movimiento en cualquier dirección y en respuesta al defensor (en oposición a una dirección planeada por anticipado) se lograra con más facilidad. Claramente, es necesario que se realicen otras investigaciones que analicen la relación entre la velocidad y las posiciones del pie en las condiciones experimentales reactivas. La disminución de las posiciones laterales del pie observadas en las condiciones reactivas sin duda también estuvo asociada a la naturaleza imprevisible del rendimiento. El resultado de disminuir la posición lateral del pie en las condiciones reactivas fue limitar la magnitud de la velocidad del movimiento lateral alcanzada durante el desplazamiento lateral (Bobbert et al., 1992; Hunter et al., 2005). De manera notoria, los resultados sugieren que las condiciones experimentales reactivas limitaron la velocidad preliminar del movimiento lateral que lleva al desplazamiento lateral, pero no afectaron la habilidad de generar la velocidad del movimiento lateral durante la ejecución del desplazamiento lateral. Por lo tanto, generar una velocidad de movimiento lateral eficaz durante el desplazamiento lateral es un componente crítico de la ejecución de la habilidad de agilidad evasiva en el rugby de unión y otros deportes multilaterales.

Posteriormente, este estudio halló que las habilidades de anticipación en condiciones experimentales reactivas proporcionaron un medio para diferenciar entre las velocidades del rendimiento de agilidad, con rendimientos más veloces que ejecutaron el desplazamiento lateral con anterioridad y con una velocidad de movimiento lateral mayor dirigida hacia la línea de carrera requerida. De modo interesante, los rendimientos lentos en general desplegaron una velocidad de movimiento lateral negativa en el desplazamiento lateral, sugiriendo que el movimiento fue hacia la dirección opuesta a la que se requería. Esto se suma a investigaciones previas realizadas por Farrow et al. (2005), que observaron que los atletas de rendimiento más lento esperaron hasta que se completara la presentación de un estímulo de toma de decisión antes de ejecutar la estrategia de movimiento de agilidad evasiva apropiada. En contraste, los atletas de rendimiento más veloz predijeron la estrategia de movimiento apropiada que requirió la ejecución de la habilidad de agilidad en las etapas tempranas de presentación del estímulo (Farrow et al., 2005).

El rendimiento de agilidad evasiva en condiciones experimentales reactivas depende de la atención selectiva y del reconocimiento avanzado de señales que ofrezcan información predictiva (anticipación), esto mejora las habilidades de toma de decisión (Abernethy, 1991, 2001). Luego, dichas habilidades son fundamentales para vencer la defensa y avanzar con el balón más allá de la línea de ventaja en los acarreos de balón ofensivos en el rugby de unión (Meir, 2005). El presente estudio demostró que las estrategias de anticipación representan un componente importante de la ejecución de la habilidad de agilidad evasiva en el rugby de unión. A partir de esto, se demostró que la habilidad de un jugador ofensivo que lleva el balón de anticipar los movimientos de un defensor puede medirse utilizando las características espacio-temporales del rendimiento, tales como las posiciones del pie y los perfiles de velocidad. De ahí que es importante que los protocolos de evaluación de la agilidad analicen la efectividad de la técnica de agilidad en la carrera cuando se presenta con elementos de toma de decisión que se asemejan al rendimiento atlético dentro de un contexto deportivo específico.

CONCLUSION

Este estudio ha demostrado que la ejecución de la habilidad de la agilidad se modifica en condiciones experimentales reactivas en comparación con las condiciones planeadas por anticipado. La presencia del elemento de toma de decisión limitó la velocidad del movimiento lateral a la hora de desplazarse de manera lateral y así, los patrones de ubicación del pie fueron diferentes en comparación con las condiciones planeadas por anticipado. De manera notoria, las habilidades de anticipación en condiciones experimentales reactivas proporcionaron un medio para diferenciar entre la velocidad del rendimiento de agilidad, con rendimientos más veloces ejecutaron un desplazamiento lateral previo y con una velocidad de movimiento lateral mayor dirigida hacia la línea de carrera requerida. Los hallazgos del presente estudio resaltan la necesidad de que los métodos de entrenamiento de la agilidad y procedimientos de evaluación apropiados en el rugby de unión incluyan las condiciones de rendimiento específicas del deporte. Entonces, este entrenamiento específico del deporte y los programas de prueba deberían evaluar la habilidad de los jugadores de anticiparse e implementar la maniobra de agilidad evasiva correcta y su capacidad de generar una rápida velocidad de movimiento lateral a través de los patrones apropiados de ubicación del pie.

Puntos Clave

- Los cambios en la técnica de carrera se producen cuando se requiere una toma de decisión.
- Los atletas de rendimiento veloz utilizan diferentes estrategias de desplazamiento en condiciones experimentales reactivas.
- En los programas de entrenamiento de la agilidad debe incorporarse la toma de decisiones.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha recibido la asistencia financiera de la *Unión*de *Rugby* de *Nueva Zelanda*. Ni esta organización ni sus miembros han recibido incentivos, ni beneficios financieros o comerciales a partir de este acuerdo. No existen conflictos de interés directamente relevantes al contenido de este manuscrito.

REFERENCIAS

1. Abernethy, B (1991). Visual search strategies and decision-making in sport. *International Journal of Sport Psychology 22, 189-210*
2. Abernethy, B (2001). Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception 30(2), 233-252*
3. Andrews, J., McLeod, W., Ward, T. and Howard, K (1977). The cutting mechanism. *American Journal of Sports Medicine 5(3), 111-119*
4. Baker, D. G. and Newton, R. U (2008). Comparison of lower body strength, power, acceleration, speed, agility and sprint momentum to describe and compare playing rank among professional rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 22(1), 153-158*
5. Bencke, J., Naesborg, H., Simonsen, E., and Klausen, K (2000). Motor patterns of the knee joint muscles during side-step cutting in European team handball - influence on muscular coordination after an intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports 10(2), 68-77*
6. Besier, T., Lloyd, D. and Ackland, T (2003). Muscle activation strate-gies at the knee during running and cutting maneuvers. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 35(1), 119-127*
7. Besier, T., Lloyd, D., Ackland, T. and Cochrane, J (2001). Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneu-vers. *Medicine and Science in Sports and Exercise 33(7), 1176-1181*
8. Besier, T., Lloyd, D., Cochrane, J. and Ackland, T (2001). External loading of the knee joint during running and cutting maneuvers. *Medicine and Science in Sports and Exercise 33(7), 1168-1175*
9. Bobbert, M., Yeadon, M. and Nigg, B (1992). Mechanical analysis of the landing phase in heel-toe running. *Journal of Biomechanics 25(3), 223-234*
10. Farrow, D., Young, W. and Bruce, L (2005). The development of a test of reactive agility for netball: a new methodology. *Journal of Science and Medicine in Sport 8(1), 52-60*
11. Gabbett, T.J., Kelly, J.N. and Sheppard, J.M (2008). Speed, change of direction speed and reactive agility of rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research 22(1), 174-181*
12. Hunter, J., Marshall, R. and McNair, P (2005). Relationship between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-

running acceleration. *Journal of Applied Biomechanics 21(1), 31-43*
13. Maki, B., McIlroy, W. and Perry, S (1996). Influence of lateral destabi-lization on compensatory stepping responses. *Journal of Biome-chanics 29(3), 343-353*
14. McMorris, T (2004). Acquisition and performance of sports skills. *Chichester: Wiley*
15. Meir, R (2005). Conditioning the visual system: a practical perspective on visual conditioning in rugby football. *Strength and Condi-tioning Journal 27(4), 86-91*
16. Menz, H. B., Latt, M., Tiedemann, A., Mun San Kwan, M. and Lord, S (2004). Reliability of the GAITRite walkway system for the quantification of temporo-spatial parameters of gait in young and older people. *Gait and Posture 20, 20-25*
17. Pollard, C., Davis, I. and Hamill, J (2004). Influence of gender on hip and knee mechanics during a randomly cued cutting maneuver. *Clinical Biomechanics 19, 1022-1031*
18. Rand, M. and Ohtsuki, T (2000). EMG analysis of lower limb muscles in humans during quick change in running directions. *Gait and Posture 12(2), 169-183*
19. Sayers, M (1999). Running techniques for running rugby. *New Zealand Coach, 20-23*
20. Sayers, M. G.L. and Washington-King, J (2005). Characteristics of effective ball carries in Super 12 rugby. *International Journal of Performance Analysis in Sport 5(3), 92-106*
21. Schot, P., Dart, J. and Schuh, M (1995). Biomechanical analysis of two change-of-direction maneuvers while running. *Journal of Or-thopaedic and Sports Physical Therapy 22(6), 254-258*
22. Sheppard, J.M., Young, W.B., Doyle, T.L.A., Sheppard, T.A. and Newton, R.U (2006). An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direc-tion speed. *Journal of Science and Medicine in Sport 9(4), 342-349*
23. Shim, J., Carlton, L. G., Chow, J.W. and Chae, W.S (2005). The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. *Journal of Motor Behaviour 37(2), 164-175*
24. Ward, P. and Williams, A.M (2003). Perceptual and cognitive skill development in soccer: the multidimensional nature of expert performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology 25(1), 93-111*

Cita Original

Keane W. Wheeler and Mark G. L. Sayers. Modification of Agility Running Technique in Reaction to a Defender in Rugby Union. Journal of Sports Science and Medicine (2010) 9, 445 - 451