

Monograph

Comportamiento de la Longitud y la Frecuencia de Paso en un Esprint Realizado por Futbolistas de Diferentes Niveles Competitivos

Lic. Gustavo D Zubeldía² y Lic. Juan J Gregorat¹

¹Instituto Superior de Educación Física de Catamarca, Argentina.

²Club Atlético Lanús. Fútbol Juvenil.

RESUMEN

Uno de los gestos motrices más relevantes en el fútbol es el esprint, el cual se vincula con acciones claves del juego. El presente estudio indagó sobre las características cinemáticas del esprint en futbolistas adultos de diferentes niveles competitivos, en vistas a esclarecer como estos patrones de movimiento pueden incidir en un gesto motriz tan importante en la mayoría de los deportes, especialmente en el fútbol. La muestra estuvo constituida por 69 futbolistas de dos niveles competitivos: elite (n = 21) y no elite (n = 48). Se aplicó una prueba de 15 metros como indicador del rendimiento en el esprint (15M), utilizando un equipo de fotocélulas (WinLaborat Evaluación). Como variables cinemáticas se recolectó la longitud de paso promedio (LPP), la longitud de paso relativa a la talla (LPR) y la frecuencia de pasos (FP), utilizando una cámara digital Kodak. El análisis estadístico a través de ANOVA a un vía arrojó diferencias significativas entre los grupos elite y no elite en 15M (elite $2,4 \pm 0,10$ segundos; no elite $2,56$ segundos $\pm 0,08$; $p < 0,05$) y en FP (elite $4,7$ Herz $\pm 0,39$; no elite $4,43$ Herz $\pm 0,25$; $p < 0,05$). No se hallaron diferencias significativas en las variables LPP y LPR. En el grupo no elite las variables LPP y LPR se correlacionan con 15M, con coeficientes de Pearson de $-0,51$ ($p < 0,01$) y $-0,44$ ($p < 0,05$), respectivamente. Por su parte, en el grupo elite se halló un coeficiente de $-0,42$ entre 15M con FP. Se concluye que la variable cinemática que explica la diferencia en 15M entre elite y no elite fue FP. Por su parte, LPP tiene mayor influencia que FP dentro de la muestra no elite, sucediendo lo contrario en el grupo elite. De este modo la relación entre las variables cinemáticas y 15M se mostró dependiente del nivel competitivo de los deportistas, como así también del nivel de rendimiento en la capacidad de aceleración. Métodos de entrenamiento para aumentar la frecuencia de pasos a costa de un menor tiempo de contacto son recomendables en vistas a mejorar la aceleración en futbolistas.

Palabras Clave: fotocélulas, esprints, frecuencia de pasos

INTRODUCCION

Uno de los gestos motrices más relevantes en el fútbol es el esprint, el cual puede definirse como la realización de una carrera intentando alcanzar la máxima velocidad posible. El volumen total de esprints realizados en un partido de fútbol puede llegar a ser un 4% de la distancia total cubierta en un partido (Drust, Reilly, Rienzi, 1998). Si bien el porcentaje de la distancia recorrida a ritmo de esprints es inferior a otras actividades que realiza el futbolista en el partido (por ej:

caminata, trote suave, etc), la importancia del esprints radica en que su ejecución se relaciona con situaciones claves y directas del juego, como ser llegar a un balón o a una posición territorial antes que un contrario, liberarse de una marca o eludir a un contrario.

Varios estudios han focalizado su interés en analizar distintas cualidades físicas en futbolistas de diferente nivel. Particularmente en lo que respecta a la capacidad de aceleración o esprint, se ha encontrado un mejor rendimiento en futbolistas a medida que el nivel de competición es más elevado, lo que habla a las claras de la importancia de esta capacidad en este deporte (Reilly et al., 2000; Cometti et al., 2001, Juárez Santos García et al., 2008; Stolen et al., 2005). La actividad de esprints en el fútbol es caracterizada por ser de corta distancia, habiéndose reportado que la distancia de la mayoría de los esprints no es superior a los 30 metros (96%), e incluso aproximadamente la mitad de los mismos no supera la distancia de 10 metros. En base a ello se ha sugerido que en los procesos de selección y entrenamiento del futbolista tenga un mayor peso el rendimiento en esprints cortos, por ejemplo en 10 metros, que los esprints de mayor distancia como ser de 30 metros o más (Stolen et al., 2005; Gregorat, 2008).

Si analizamos el esprint desde la biomecánica (o cinemática), podremos decir que el resultado del mismo en una distancia dada estará determinado por la combinación de dos parámetros cinemáticos: la longitud y la frecuencia de pasos. Si bien actualmente es discutido cuál de los dos parámetros posee mayor importancia, tanto una mayor longitud como una mayor frecuencia de pasos contribuirán a un mejor rendimiento en el esprint (Grosser, 1992). Por ello, existirán deportistas veloces que se caractericen por poseer una gran frecuencia de pasos y otros por una gran longitud de los mismos. Con respecto a estudios que analizaron esta temática, Murphy et al., (2003) encontraron diferencias significativas en la frecuencia de pasos en los tres primeros apoyos en un esprint entre deportistas con alto nivel de aceleración comparando con deportistas de bajo nivel de aceleración, estando explicada esta diferencia por una fase de tiempo de contacto menor en los deportistas más rápidos. Asimismo Korhonen et al., (2003) reportaron en velocistas correlaciones significativas entre el resultado en los primeros 10 metros del esprint y la frecuencia de pasos pero no con la longitud de paso. Sin embargo es la longitud de paso el parámetro más sensible a la hora de explicar la mejora del esprint a través del entrenamiento en principiantes (García Manso, 1998), como así también el responsable de la diferencia de velocidad entre varones y mujeres (Cristea et al., 2008). También es la longitud de paso el parámetro que se deteriora con el avance de los años en deportistas de la tercera edad, asociándose a la pérdida de velocidad (Korhonen et al., 2003; Hamilton, 1993), como así también la variable que principalmente explica la mejora de la velocidad durante los años de crecimiento (García Manso, 1998). Asimismo, otros estudios resaltan la combinación de la fase de tiempo de contacto con la longitud de paso como el factor determinante en el rendimiento del esprint en deportistas y sujetos en general (Weyand et al., 1999; Bushnell & Hunter, 2007). De este modo, la importancia de uno u otro parámetro cinemático en el rendimiento en el esprint sigue siendo controvertida, y parece depender de los grupos de deportistas en cuestión.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, a través del presente estudio proponemos indagar sobre cómo puede influir la longitud de paso y la frecuencia de pasos en el rendimiento del esprint de corta distancia realizado por futbolistas de diferentes niveles competitivos. Con ello, se busca aportar conocimiento que ayude a aclarar el papel de estos parámetros cinemáticos en un gesto motriz tan elemental en la mayoría de los deportes, pero particularmente en el fútbol, como lo es el esprint.

METODOS

Muestra

La muestra fue de tipo voluntaria y estuvo comprendida por futbolistas adultos de diferentes niveles de competición. Los futbolistas eran pertenecientes al Club Atlético Lanús (Provincia de Buenos Aires, Argentina) y a diferentes clubes participantes de los torneos organizados por la Liga Catamarqueña de Fútbol (Provincia de Catamarca, Argentina). Considerando la diferencia en los niveles competitivos de dichos torneos se clasificó la muestra en dos grupos: futbolistas elite y futbolistas no elite, siendo los primeros competidores de torneos organizados por A.F.A a un nivel de nacional, y los segundos correspondientes a torneos organizados por ligas locales, por tanto tomando participación solamente en competencias locales. La muestra total fue de 69 futbolistas, repartidos entre 21 futbolistas elite y 48 futbolistas no elite.

Variables Antropométricas y Funcionales

Se recolectó la talla de pie como variable antropométrica. La misma fue definida como la longitud entre el suelo y el vértex (punto más alto de la cavidad cefálica), mientras el sujeto permanece en posición de pie y en un plano Frankfort (órbita inferior ocular alineada con el trago de la oreja). La medición de la talla de pie fue llevada a cabo inmediatamente antes de las pruebas del presente estudio. Teniendo en cuenta la natural correlación entre talla de pie y longitud de piernas

(Norton & Olds, 2000) y esta última con la longitud de paso empleada en el sprint (Grosser, 1992), el objetivo de la medición de la talla de pie en el presente estudio estuvo relacionado a la corrección de la longitud de paso por la longitud de piernas del sujeto.

Posteriormente a la medición de la talla de pie se realizó una entrada en calor convencional, de aproximadamente 15 minutos de duración. Los ejercicios de entrada en calor consistieron en: carrera suave, estiramientos estáticos y dinámicos, carrera progresiva a velocidad creciente, esprints de 10 a 15 metros de distancia. Luego se tomo el tiempo en una prueba de 15 metros desde una posición detenida con una pie adelantado y lo más cercano posible a la línea de partida. La rodilla del pie adelantado se posicionó en semiflexión y el tronco inclinado hacia adelante para favorecer el impulso inicial. A una orden sonora el sujeto comenzó la prueba con la consigna de recorrer los 15 metros en el menor tiempo posible. Fueron realizados dos intentos separados con una pausa de entre tres a cuatro minutos entre cada uno de ellos. El mejor de los dos intentos fue tomado como representativo del rendimiento en el sprint de 15 metros.

Variables Cinemáticas

Numero de pasos: representó el número total de los pasos utilizados hasta sobrepasar la distancia de los 15 metros.

Longitud de pasos promedio: se dividió la distancia de la prueba (15 metros) en el número de pasos empleados para llevar a cabo dicha prueba para obtener la longitud promedio de paso.

Longitud de pasos relativa: para determinar esta variable se expresó el valor de la longitud de paso promedio en valores porcentuales a la talla de pie de cada futbolista.

Frecuencia de pasos: esta variable se calculó como el resultado de la división entre el número de pasos empleados y el tiempo empleado en la prueba.

Instrumentación

Un estadiómetro Stanley fue utilizado para la recolección de la talla de pie, siendo su lectura de resolución de 1 milímetro. Se utilizó un sistema de fotocélulas (WinLaborat Evaluación, Argentina) para determinar el rendimiento en el sprint. Dicho sistema posee una resolución temporal de 1 milisegundo. El primer haz infrarrojo del sistema de fotocélulas fue ubicado a 40 cm detrás de la línea de partida, y a una altura tal que coincida con la cara lateral de la cadera del sujeto. Una vez que el sujeto se pone en movimiento y sale del haz, el cronómetro del sistema comienza el conteo. El segundo haz se ubico en la línea de 15 metros y a una altura lo más cercana posible a la cadera del sujeto, cuando este está de pie. De este modo se evita el posible corte del haz con una mano en la fase más avanzada del braceo durante la carrera, o bien el corte con una rodilla en la fase más avanzada del recobro del miembro inferior, momento previo al apoyo del pie en el suelo.

Una cámara digital Kodak se utilizó para realizar una grabación durante la prueba de sprint de 15 metros. Posteriormente, el video fue analizado con un software (Kodak Easy Share) para determinar el número de pasos en la prueba de 15 metros. Cada paso fue determinado por los sucesivos y alternados apoyos de los pies en el suelo al realizar el sprint, de modo que cada apoyo contabilizó un paso, incluido el último apoyo necesario para sobrepasar la línea de los 15 metros. En dicho cálculo se usó una frecuencia de intervalos de 50 fotografías por segundo.

Análisis Estadístico

Para comparar diferencias en las distintas variables entre los grupos de futbolistas clasificados en función al nivel competitivo (análisis intergrupar), se utilizó la comparación de medias a través de Anova a una vía (Post Hoc Tukey). Para analizar la incidencia de las variables cinemáticas sobre el rendimiento en el sprint dentro de las distintas muestras (análisis intra-grupal) se utilizó el coeficiente r de Pearson.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran los valores promedios y correspondientes desviaciones estándares de las diferentes variables cinemáticas y para las variables antropométricas y funcionales del presente estudio, tanto para futbolistas de nivel elite como para futbolistas de nivel no elite. En la misma tabla también se muestran las diferencias en los valores entre las muestras. Se aprecia un valor mayor para la talla de pie en la muestra de futbolistas elite. Así también, el tiempo en la prueba de 15 metros y la frecuencia de pasos son menores y mayores respectivamente, en los futbolistas elite comparando con sus pares no elite. Con respecto a la longitud de paso promedio y la longitud de paso relativa a la talla, estas no

arrojaron diferencias significativas entre las muestras del estudio.

	Talla de pie (m)	Tiempo en 15 m (s)	Numero de pasos	Longitud de paso promedio (m)	Longitud de paso relativa a la talla (%)	Frecuencia de paso (Hz)
Futbolistas elite	1,77 ± 0,07 (*)	2,44 ± 0,10 (*)	11,5 ± 0,87	1,31 ± 0,10	74,3 ± 5,05	4,7 ± 0,39 (*)
Futbolistas no elite	1,74 ± 0,05	2,56 ± 0,08	11,3 ± 0,7	1,33 ± 0,08	76,4 ± 4,81	4,43 ± 0,25

Tabla 1. Valores promedios y desvíos estándares en variables cinemáticas, funcionales y antropométricas en futbolistas elite y futbolistas no elite. (*) Estadísticamente diferente a un nivel $p < 0,05$

En la Tabla 2 se aprecian los valores para los coeficientes de correlación intra-grupales entre el resultado de la prueba de 15 metros y las variables cinemáticas, tanto en la muestra de futbolistas elite como en la muestra de futbolistas no elite. Se puede observar coeficientes de correlación significativos en la longitud de paso promedio y en la longitud de paso relativo a la talla en futbolistas del grupo no elite. En tanto en futbolistas elite se encuentra una correlación significativa en la variable frecuencia de pasos.

	Futbolistas no elite	Futbolistas elite
Frecuencia pasos	-0,10	-0,42 *
Longitud paso promedio	-0,44 *	-0,08
Longitud paso relativo a la talla	-0,51 **	-0,24

Tabla 2. Coeficientes de correlación de Pearson en variables cinemáticas en futbolistas de diferentes niveles competitivos. (*) Coeficientes significativos a un nivel $p < 0,05$. (**) Coeficientes significativos a un nivel $p < 0,01$.

DISCUSION

El presente estudio analizó el rendimiento en una prueba de 15 metros y el comportamiento de parámetros cinemáticos en dicha prueba realizada por futbolistas de diferentes niveles competitivos. La distancia de la prueba fue seleccionada en base al criterio de ser una longitud cercana a la distancia promedio de esprints realizados futbolistas durante el juego. Al respecto, Di Salvo (2007) reportó distancias de esprints de entre 11 metros a 22 metros en futbolistas de campo, considerando a dicho esprint como una velocidad de carrera superior a los 23 km/h.

Como era lógico de suponer, el rendimiento en una prueba de esprint de 15 metros fue mejor en futbolistas elite comparando con futbolistas no elite (ver Tabla 1). Varios estudios han hallado diferencias en la capacidad de aceleración entre futbolistas de distintos niveles competitivos, siendo en la mayoría de los casos favorables a los futbolistas de mayor nivel competitivo (Reilly et al., 2000; Cometti et al., 2001; Juarez Santos García et al., 2008; Stolenet al., 2005). Por tanto, los resultados encontrados en la presente investigación están en línea con aquellos encontrados en la literatura. Como fue mencionado anteriormente, una mayor capacidad para acelerar en la carrera favorece a un futbolista en acciones elementales del juego tales como llegar a un balón antes que un contrario, liberarse de una marca, regatear a un defensor, etc.

Los comportamientos de las variables cinemáticas (longitud de paso y frecuencia de paso) también se mostraron diferentes en función al nivel competitivo de los deportistas. En primer lugar, es la frecuencia de paso y no la longitud de paso la variable que diferencia a futbolistas elite de futbolistas no elite. Por tanto, parece que la frecuencia de paso ejerce un mayor peso que la longitud de paso a la hora de diferenciar el rendimiento del esprint en 15 metros entre futbolistas adultos de diferentes niveles competitivos. Estos resultados coinciden con los hallados en otras investigaciones (Murphy et al., 2003; Korhonen et al., 2003; Plamondon & Roy, 1984; Weyand et al., 2000). No obstante dichos estudios concluyeron que es el tiempo de contacto y no el tiempo de vuelo, ambos componentes de la frecuencia de paso, el parámetro

cinemático que explica el mejor rendimiento en el esprint. En el presente trabajo no se pudo constatar esta observación a través de las mediciones pero si podemos intuir que las diferencias en el rendimiento del esprint entre futbolistas adultos elite y no elite se deben a un menor tiempo de contacto y no a un menor tiempo de vuelo. Esto podemos respaldarlo desde el comportamiento del cuerpo como un proyectil en la fase de vuelo, ya que un menor tiempo de vuelo implicaría una longitud de paso menor, algo que no se observó en los resultados encontrados en este estudio.

En el análisis intra-grupal se puede apreciar que la frecuencia de paso ejerce un rol importante a la hora de explicar el rendimiento en el grupo de futbolistas adultos elite, pero no así en el grupo de futbolistas no elite, en donde la longitud de paso es la variable que muestra correlación con el rendimiento en la prueba de 15 metros (tabla 2). Estos hallazgos están en línea con la relación controvertida que emerge de los estudios que han indagado sobre esta temática, ya que en algunos casos se ha observado una mayor incidencia de la frecuencia de pasos sobre el rendimiento en esprint, pero en otros tantos ocurre lo propio con la longitud de paso (Murphy et al.,2003; Korhonen et al.,2003; García Manso, 1998; Cristea et al.,2008; Hamilton, 1993). Particularmente, estos resultados coinciden con lo mencionado por García Manso (1998) con respecto a que la longitud de paso juega un rol más relevante que la frecuencia de pasos en deportistas novatos que inician un plan de entrenamiento para mejorar su capacidad de aceleración. Esto quiere decir que la incidencia de la frecuencia de pasos y la longitud de paso en el resultado del esprint puede ser dependiente de la muestra en cuestión, y al menos en este estudio se observó, aunque no de manera determinante, un mayor peso de la frecuencia de pasos en los deportistas más especializados (futbolistas elite) y un mayor peso de la longitud de pasos en los deportistas menos especializados (futbolistas no elite).

Además, este estudio analizó la longitud de paso relativa a la talla de los deportistas. El propósito de esta variable era analizar la longitud de paso usada en el esprint independientemente de la talla del sujeto, ya que un sujeto de mayor talla y por ende de piernas más largas puede o tiende a utilizar pasos más largos que sujetos de menor talla y por lo tanto de piernas más cortas. Los resultados indican que la longitud de paso relativa a la talla sostiene la relación con el rendimiento del esprint en futbolistas no elite, pero no en futbolistas elite. Esta observación confirma la falta de peso de la longitud de paso en futbolistas elite con el resultado en la prueba de esprint de 15 metros, e induce a pensar en lo inverso para futbolistas no elite.

En conclusión, la frecuencia de paso contribuye en mayor medida que la longitud de paso en la diferenciación del rendimiento en una prueba de esprint de 15 metros entre futbolistas adultos de diferente nivel competitivo. De este modo, métodos de entrenamiento que estimulen la capacidad de mejorar la frecuencia de pasos a costa de un menor tiempo de contacto, como ser los ejercicios pliométricos (Verhoshansky & Siff, 2000), serían recomendables para incrementar la capacidad de aceleración en futbolistas. Por otro lado, la incidencia de los parámetros cinemáticos en una prueba de esprint de 15 metros en futbolistas fue dependiente del nivel competitivo y del nivel de rendimiento en dicha prueba. Esto último habla de que en futbolistas no elite la longitud de paso puede ejercer un rol más relevante que en futbolistas de niveles competitivos mayores, en donde la frecuencia de pasos se vincula más al rendimiento de la aceleración de carrera.

Lineamientos futuros podrían orientarse a replicar el estudio en una muestra de mayor número de sujetos, sobre todo en el caso de futbolistas elite. En vistas a mejorar la precisión de las variables del estudio y teniendo en cuenta la incidencia de la longitud de piernas sobre la longitud de pasos en la realización de un sprint, podría corregirse en estudios futuros la longitud de paso por la longitud de piernas de los sujetos en lugar de la talla de pie, ya que si bien existe una alta correlación entre talla de pie y longitud de piernas (Norton & Olds 2000), no necesariamente dos sujetos de una misma talla tendrán iguales longitudes de piernas. Asimismo, se podría también analizar el comportamiento de la frecuencia de paso y la longitud de paso en mayores distancias, ya que un futbolista también realiza durante el juego esprints mayores a los 15 metros.

Agradecimientos

Los autores agradecen la participación voluntaria de los futbolistas como así también a los entrenadores, que cedieron parte de su tiempo en la sesión de entrenamiento para que las pruebas del estudio puedan llevarse a cabo. Este estudio fue realizado con el aporte económico del Departamento de Investigación del Instituto Superior de Educación Física de Catamarca (Argentina).

REFERENCIAS

1. Bushnell T; Hunter I (2007). A biomechanical analysis of sprinters vs distance runners at equal and maximal speeds. *SportsBiomech*6(3):261-8
2. Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J, Maffulli, N (2001). Isokinetic strength and anaerobic power elite, subelite

- and amateur french soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22(1), 45-51
3. Di Salvo V, Baron R, Tschan H, Calderon Montero FJ, Bachl N, Pigozzi F (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med.*; 28 (3), pp: 222-227
 4. Drust B, Reilly T, Rienzi E (1998). Análisis de la prestación física y de la performance en futbolistas sudamericanos de elite. *En: S.O.K.I.P; Editorial Biosystem, Argentina.*
 5. Grosser M (1992). Entrenamiento de la Velocidad. *Editorial Deportes*
 6. Hamilton N (1993). Changes in esprint stride kinematics with age in master's athletes. *J. Appl. Biomech.* 9:15-26
 7. Korhonen M; Mero A; Suominen H (2003). Age-Related Differences in 100-m Esprint Performance in Male and Female Master Runners. *Med. Sci. SportsExerc.*, Vol. 35, No. 8, pp. 1419-1428
 8. Murphy A; Lockie R; Coutts A (2003). Determinantes Cinemáticos de la Aceleración Temprana en Atletas que Practican Deportes de Campo. *Journal of Sports Science and Medicine*; 2, 144-150
 9. Norton K, Olds T (2000). Antropométrica. *Editorial: Biosystem*
 10. Plamondon A; Roy B (1984). Kinematics and kinetics of esprint acceleration. *Can Journal Appl Sport Sciencies*; 9 (1), pp: 42-52
 11. Reilly T, Williams AM, Nevill A, Franks A (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sports Sciencies* 18, pp:695 - 702
 12. Verhoshansky Y; Siff M (2000). Superentrenamiento. *Editorial Paidotribo*
 13. Weyand P; Sternligh D; Bellizzi M; Wright S (2000). Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *J ApplPhysiol*89: 1991-1999
 14. Gregorat J (2008). Correlaciones de Rendimiento entre Distintos Trayectos de un Esprint de 30 Metros en Futbolistas Amateurs. Implicancias Prácticas para el Entrenamiento y la Evaluación de la Velocidad en el Fútbol. *PubliCE Standard. Pid: 1064*