

Valoración isocinética en cadena cinética cerrada en futbolistas: Prueba piloto

Pavel Loeza Magaña^{1,2}, Wolfgang Fritzier-Happach¹, Joaquin Barrios-González¹

¹Universidad del Fútbol y Ciencias del Deporte, Pachuca, México.

²Clínica Cerebro, México DF, México.

Recibido: 13.01.2016

Aceptado: 24.05.2016

Resumen

Objetivo: Determinar la viabilidad de realización de una prueba isocinética en cadena cinética cerrada de miembros pélvicos en futbolistas en dos momentos de la temporada, además de obtener sus valores de referencia de fuerza pico y potencia.

Diseño: Se trata de un estudio prospectivo longitudinal observacional con una fase descriptiva y una comparativa y abierto.

Métodos: 16 jugadores profesionales de segunda división de la Liga Mexicana de fútbol de entre 17 y 21 años de edad fueron evaluados, realizando una prueba isocinética de miembros pélvicos en cadena cinética cerrada a 60°/s, 10 repeticiones, al inicio y final de la temporada.

Resultados: El análisis se hizo por dominancia. Se obtuvieron valores isocinéticos en este grupo de jugadores para fuerza (Nm) y potencia (W); la diferencia de fuerza pico entre ambos lados de la cadena extensora fue de 5,45% inicialmente y final de 9,52%; para flexores fue de 14,30% y final de 9,19%; en cuanto a la relación flexores/extensores fue de 23% inicial y 24% al final. Además, la comparación entre el inicio y final de temporada mostró incremento de los valores isocinéticos entre las mediciones de los grupos musculares no dominantes principalmente.

Conclusión: La prueba cumple con las características requeridas para la realización de un nuevo test, es aplicable y es útil para evaluar el rendimiento individual desde la biomecánica de la fuerza y potencia a baja velocidad en una cadena muscular funcional, multiaxial y que permitirá detectar desequilibrios, prevenir lesiones e incluso realizar valoraciones después de la recuperación en el caso de una lesión.

Palabras clave:

Dinamometría. Potencia anaeróbica. Agilidad. Cadena cinética cerrada.

Kinetic closed chain isokinetic values in football players: Pilot test

Summary

Objectives: To determine the feasibility of an isokinetic test for lower limbs in kinetic closed-chain in football players in two moment of the season, in addition to obtaining their reference values of peak force and power output.

Design: This is a longitudinal, prospective, observational study with a descriptive phase and comparative phase and open.

Methods: 16 professional football players from second division of Mexican League between 17 and 21 years were evaluated, making a isokinetic testing for lower limbs in kinetic closed chain at 60 °/s, 10 repetitions, at the beginning and end of the season.

Results: The analysis was realized by laterality. Isokinetic reference values were obtained in this group of players for force (Nm) and power (W); the difference of peak force between both sides of the extensors chain was 5.45% initially and 9.52% at the end; for flexors was 14.30% and 9.19% at the end; for the flexor/extensor relationship was 23% initially and 24% in the final test. The progression between the beginning and the end of the season showed increased isokinetics values between measurements of non-dominant mainly muscle groups.

Conclusion: The test meets the characteristics required to perform a new test, is applicable and useful for evaluating individual performance in the biomechanics of muscle strength and power at low speed in a functional muscle chain, multiaxial and will identify imbalances, prevent injuries and even make assessments after recovery in the event of an injury.

Key words:

Dynamometry. Anaerobic power. Agility. Closed kinetic chain.

Correspondencia: Pavel Loeza Magaña

E-mail: doctor.pavel@hotmail.com

Introducción

La fuerza y la potencia se encuentran entre las capacidades requeridas para la práctica del fútbol¹⁻³. La isocinesia es un sistema de evaluación que utiliza la tecnología informática y robótica para obtener y procesar en datos cuantitativos la capacidad muscular⁴; los parámetros pueden ser medidos con un movimiento analítico en uno o múltiples ejes⁵; y dentro de éstos se pueden valorar músculos agonistas y antagonistas de manera alterna, en sentido concéntrico y excéntrico⁶. Los resultados se obtienen en magnitudes físicas, principalmente en términos de fuerza, potencia y trabajo⁶. La cadena cinética cerrada (CCC) es un movimiento que requiere de esfuerzos multiarticulares⁶, que ha sido descrita como "funcional", propioceptiva, y que requiere una menor translación anterior de la tibia sobre el fémur, disminuyendo la sollicitación sobre el ligamento cruzado anterior⁷. A través de la dinamometría isocinética se puede valorar el rendimiento muscular en busca de equilibrio biomecánico entre mismos músculos de ambos lados (lo que llamaremos "equilibrio interlado") y entre agonistas y antagonistas; dicho equilibrio está asociado con mayor rendimiento deportivo y la prevención de lesiones en atletas^{8,9}. Se han obtenido fórmulas de regresión para valores teóricos isocinéticos de fuerza, pero éstos sólo para Cadena Cinética Abierta (CCA)^{6,10}. Durante los movimientos dinámicos en fútbol, el equilibrio entre fuerza y elasticidad entre los lados dominante y no dominante incrementan la estabilidad articular; la asimetría entre fuerza y elasticidad, así como en equilibrio recíproco entre agonistas y antagonistas (especialmente en la mitad inferior del cuerpo), juega un rol importante en deportes con patrones asimétricos de movimiento. Esto se debe a que mientras el lado dominante es usado para el juego, el lado no dominante es empleado como soporte¹¹. Para obtener el mayor rendimiento debe de existir una adecuada valoración para trabajar en la mejoría de fuerza y potencia muscular y con ello prevenir lesiones por alteraciones biomecánicas en los estabilizadores activos o pasivos⁶.

La potencia anaeróbica es aquella capacidad de producir fuerza y velocidad a partir de sistemas energéticos no dependientes de oxígeno¹². El resultado será reflejo de la capacidad de producir energía a través de sistemas como la fosfocreatina y la glucólisis láctica. Aunque se han creado diversos métodos de medición, no se ha hallado correlación entre sí, quizá esto debido al método de producción de la energía¹³.

Para tener una valoración de las capacidades completas deben existir valores de referencia tanto en el periodo de preparación como en el competitivo a fin de ayudar a regular las cargas externas e internas para jugadores específicos, mejorar su rendimiento y reportar datos que sugieran sobreentrenamiento o fatiga¹⁴, o tener un punto de referencia para la recuperación tras una lesión.

En este trabajo se buscó establecer una prueba piloto de características funcionales y obtener sus valores de fuerza pico y potencia para evaluar el tren inferior y comparar las modificaciones que pueda haber con la temporalidad. Hasta el momento los valores normativos isocinéticos se ha realizado en movimientos monoaxiales, por lo que no se encuentran valores de referencia para futbolistas en una dinamometría en cadena cerrada; por ello es importante contar con nuevas valoraciones que impacten en la realización de movimientos similares al gesto motor y que arrojen resultados objetivos en términos de magnitudes físicas.

Material y método

Se trata de un estudio prospectivo, longitudinal, observacional, abierto, con fases descriptiva y comparativa cuyo objetivo fue determinar la viabilidad de realización de una prueba isocinética en cadena cinética cerrada de miembros pélvicos en futbolistas en dos momentos de la temporada, además de obtener sus valores de referencia de fuerza pico y potencia.

Los criterios de inclusión fueron: futbolistas hombres, sanos, en los periodos de preparación y competencia, que aceptaran participar en el estudio y firmaran un consentimiento informado acorde con la declaración de Helsinki y la normatividad mexicana vigente; los criterios de exclusión fueron: presencia de comorbilidades articulares, reumáticas o cardiovasculares e historia de patología articular de miembros pélvicos en el último año; mientras que los de eliminación fueron: futbolistas que presentaran lesiones musculoesqueléticas de miembros pélvicos durante el transcurso del estudio, aquellos quienes presentaran complicaciones por comorbilidades durante el estudio y los que abandonaran el estudio.

El trabajo fue realizado en la Universidad del Fútbol y Ciencias del Deporte, Pachuca, Hidalgo, México; entre enero y mayo de 2013, con una muestra inicial de 18 futbolistas del equipo de 2da. división profesional del Club Pachuca, durante las fases de preparación y al final de la competencia; 2 jugadores fueron eliminados del estudio por presentar lesión durante la temporada. Los jugadores tuvieron una media de edad de 19,18 años ($S \pm 1,51$), peso de 72,15 kg ($S \pm 4,73$), talla de 178 cm ($S \pm 4,26$), 9 de lateralidad diestra, 7 izquierda establecida según su perfil de pateo de balón.

Se inició con un calentamiento en cicloergómetro SciFit Iso 1000R, 5 min sin resistencia a un ritmo de 70 revoluciones por minuto. Luego de ello, a cada uno se le realizó la dinamometría isocinética en equipo CSMI Humac Norm, el cual se ajustó de la siguiente manera:

El participante en decúbito supino, posición inicial en flexión de cadera a 90°, flexión de rodilla 90°, extensión máxima de rodilla -20°, con el pie colocado en el brazo de apoyo del dinamómetro, haciendo una sujeción con cinta de velcro de pie y tobillo. Asiento: Rotación 40°, posición delante/atrás 15°, respaldo horizontal 0°. Posición del dinamómetro: Inclinación 0°, rotación 40°, altura nivel 5. Translación del Monorriel en 28 (Figuras 1 y 2).

Se realizaron 10 repeticiones a una velocidad de 60°/s, para ambos miembros pélvicos iniciando por el derecho, con un movimiento continuo de flexión – extensión del miembro valorado, completando el rango de movilidad en una modalidad de ejercicio concéntrico/concéntrico. Al completar la medición debió existir un coeficiente de variación en las repeticiones menor al 10% para considerar que la prueba fue válida, asegurando una relación intraclase mínima de 0,90⁶. Entre cada medición hubo reposo de 1 minuto. Con esta medición se obtuvieron valores de fuerza pico y potencia isocinética. Al final de la prueba se realizó una vuelta a la calma igual al calentamiento, además el participante realizó una serie de estiramientos estáticos a músculos cuádriceps, isquiotibiales y tríceps sural durante 5 minutos, con lo que se dio por terminada la primera evaluación.

Posteriormente, el día 8 de mayo de 2013, durante el fin de la competencia (previa a la posttemporada), se realizaron nuevas valo-

Figura 1. Posicionamiento para la dinamometría isocinética.



Figura 2. Vista lateral de la prueba.



raciones con el mismo procedimiento con lo que concluyó la parte clínica del estudio.

Resultados

El análisis de los datos se realizó con los siguientes métodos estadísticos:

- Promedio de los valores (μ).
- Desviación estándar (S).
- Intervalo de confianza al 95% (IC95%).

- Prueba t Student (t) para muestras dependientes, considerando estadísticamente significativo un valor $p \leq 0,05$.
- Las variables obtenidas fueron fuerza pico (Nm) y potencia isocinética (W).
- El análisis estadístico se realizó con el programa Microsoft Office Excel 2010®.

Se obtuvieron los valores en la pretemporada así como previos a la postemporada. En los parámetros donde comparativamente no se encontraron diferencias temporales se sumaron dichos valores para determinar la población a promediar. Estos resultados se encuentran en la Tabla 1.

El ordenamiento de los valores y análisis se realizó por dominancia (en el pateo del balón) debido a que existieron 9 diestros y 7 zurdos, acomodándose los datos por "dominante" y "no dominante". Dvir⁶ ha reportado una variación entre ambos lados de hasta 10% en la fuerza debido únicamente a la lateralidad. La literatura sugiere que la discrepancia entre ambos miembros debe ser menor de 10% para considerarse normal^{4,6}.

En este estudio se encontró la diferencia de fuerza pico entre ambos lados de la cadena extensora de 5,45% ($S \pm 7,15$, IC95% 3,50 $p = 0,01$), y un valor final de 9,52% ($S \pm 6,28$, IC95% 3,07, $p = 0,03$) mientras que para el grupo de flexores en la medición inicial el porcentaje de diferencia entre ambos lados fue de 14,30% ($S \pm 10,07$, IC95% 4,93, $p = 0,0003$) y en la medición final 9,19% ($S \pm 9,04$, IC95% 4,43, $p = 0,02$). En cuanto a la relación existente en los grupos musculares antagonistas - agonistas (flexores/extensores), la relación fue en promedio de 23% inicial y 24% al final. En lo referente a la potencia isocinética no se encontró diferencia notable en el valor numérico entre ambos lados.

Discusión

Análisis demográfico

Este estudio se realizó en futbolistas profesionales jóvenes, de edad entre los 17 y 21 años, pertenecientes al mismo equipo, durante un torneo. Nikolaïdis¹³ realizó la prueba de potencia Wingate en su trabajo, estudiando futbolistas entre 12 y 20 años, siendo un rango muy grande de edad ya que en esta etapa hay modificaciones importantes físicas secundarias al proceso de adolescencia (su objeto de estudio), estando una parte de su población dentro del rango valorado por nosotros, sin embargo nuestra desviación estándar no es tan amplia, (58 Nm en grupo extensor dominante y 18 Nm en grupo flexor no dominante), lo que permite observar que en esta última etapa de transición entre adolescencia y edad adulta no hay ya una gran modificación. Estos cambios los analizaron Degache, et al¹⁵ a través de dinamometría isocinética en CCA a 60 y 180°/s en futbolistas entre 11 y 15 años, y siendo un rango más pequeño, hubo variación importante entre los 12 y los 13 años; dado esto, consideramos que el rango de edad de nuestra población no influirá en la variación de fuerza y potencia. Ambos autores mencionados tuvieron muestras mucho mayores que la evaluada en este estudio

Valores obtenidos

Las mediciones isocinéticas en CCC no han sido muy difundidas pese a que en éstas no se encuentra un músculo aislado sino la cade-

Tabla 1. Valores obtenidos.

Variable	Valores iniciales				Valores finales			
	μ	S	IC95%	n	μ	S	IC95%	p
Nm ext Dom	428,56	58,14	20,14	32	***			0,09
Nm ext no Dom	389,81	67,01	32,83	16	463,75	49,40	24,20	0,0002**
Relación entre lados	5,45	7,15	3,50	16	9,52	6,28	3,07	0,01**
Nm flex dom	101	18,50	9,06	16	112,5	13,63	6,68	0,002**
Nm flex no dom	103,87	26,04	9,02	32	***			0,46
Relación entre lados	14,30	10,07	4,93	16	9,19	9,04	4,43	0,0001**
Rel ext/flex dom	24,03	4,51	1,56	32	***			0,13
Rel ext/flex no dom	23,18	3,74	1,83	16	25,87	3,30	1,61	0,02**
W ext dom	578,03	94,52	32,75	32	***			0,46
W ext no dom	586,15	102,86	35,63	32	***			0,09
W flex dom	127,81	20,76	10,17	16	153,43	30,63	15,01	0,009**
W flex no dom	131,88	26,61	13,04	16	162,06	33,49	16,41	0,003**

Nm: pico torque (fuerza); Rel: relación; ext: extensores; flex: flexores; dom: lado dominante; no dom: lado no dominante; μ : media aritmética; S: desviación estándar; IC95%: intervalo de confianza 95%; n = muestra total; ***sin variación significativa entre la primera y segunda medición, por lo que se toma como valor absoluto el total de mediciones; **estadísticamente significativa.

na completa, en movimientos funcionales, y con menor translación anterior y compresión patelofemoral. Por lo mismo, no se encuentra bibliografía en diferentes bases de datos (Bidi – UNAM, EBSCO, MedLine, Cochrane Library) donde se establezcan valores normativos para estas pruebas. En nuestra búsqueda bibliográfica encontramos la referencia de Liebensteiner¹⁶ donde se realizó una valoración en CCC lineal en modo excéntrico a una velocidad de 0,2 m/s, lo cual difiere de nuestra medición ya que sus unidades de medida fueron N absolutos y no Nm, nuestra evaluación fue concéntrica y además no se reportaron valores referenciales sino únicamente se estableció la relación de fuerza entre hombres y mujeres.

Por otro lado, encontramos en la fuerza que la diferencia interlado entre ambos lados coincide con el <10% descrito por otros autores^{6,17} para el grupo extensor (5,45±3,50%), pero no se comporta así con los músculos flexores, donde la discrepancia fue de 14,30±4,93% al inicio (p = 0,0006), aunque al final de la temporada disminuyó el rango de diferencia (9,19±4,43%, p = 0,59).

Esto coincide con el estudio de Rahnama, *et al*¹⁸ donde observaron diferencia >10% en los flexores entre los lados dominante y no dominante, aunque Lanshammar y Ribom¹⁹ solamente encontraron diferencia de 8,3% para los flexores. Ambos autores estudiaron grupos de atletas, futbolistas y personas sanas, pero en CCA. En este último estudio se encontró diferencia de 5,3% para extensores, coincidente con nuestros resultados. El estudio realizado por Schulz *et al*.²⁰ resulta interesante mencionarlo, ya que tuvo una muestra de 18 futbolistas y un grupo control de 18 participantes sanos, entre 16 y 36 años de edad. Aquí encontraron una discrepancia entre ambos lados en el grupo control de aproximadamente 10%, resultado parecido al obtenido en este estudio, sin embargo en el grupo de futbolistas, la diferencia de fuerza fue de 25% en los músculos isquiotibiales, rango muy grande no obtenido en este o los otros estudios analizados lo cual atañen los auto-

res a los efectos del entrenamiento, lo que no coincide con lo señalado por Dvir⁶ o Huesa⁴ como parámetros normales, ni es similar a nuestro resultado (14% al inicio y 9% al final de la temporada, aún estando bajo entrenamiento). Daneshjoo, *et al*¹¹ hipotizaron que el lado dominante es más utilizado para el juego, mientras que el no dominante se usa como apoyo (utilización en CCC). En su trabajo con 36 futbolistas, el 97,2% tenía desequilibrio entre los lados dominante y no dominante.

En cuanto a las relaciones entre los agonistas y antagonistas, nuestro estudio reveló del lado derecho una proporción de 24±1,56%, mientras que el izquierdo inicial fue de 23,18±1,83 y final 25,87±1,61%. Aquí se denota la particularidad de una gran diferencia cuando se compara con la valoración en CCA, ya que en los estudios revisados ya que las referencias hablan de 60% de proporción^{6,15} o un poco menor como describe Lanshammar y Ribom¹⁹ de 46% en el lado dominante y 53% en el no dominante. Es importante tomar en cuenta este patrón, ya que hablamos no solo de un movimiento monoaxial, sino una cadena muscular completa, donde el grupo más fuerte de flexores es el isquiotibial, mientras que los grupos flexores de cadera y extensores del tobillo (dorsiflexores) producen menor fuerza, mientras que el grupo extensor, compuesto por extensores de la cadera, de la rodilla y flexores del tobillo (plantiflexores) son músculos antigravitatorios, por lo que el desarrollo de fuerza será mayor. Sin embargo, es muy importante tomar en cuenta que debe existir un equilibrio, tanto entre los músculos antagonistas como en la lateralidad para ayudar a la prevención de lesiones^{6,11}.

No existen estudios donde se determine un valor de normalidad para la relación flexores/extensores en CCC con la cual comparar nuestro resultado (23–25%), quedando por el momento como un valor de referencia para este grupo de edad y plan de entrenamiento, y como pendiente realizar una comparación contra un grupo de característica similares que realicen un plan de entrenamiento diferente, así como tomar en cuenta el momento de la temporada en que sea valorado este parámetro.

Comparación temporal

No todos los valores se modificaron con la temporalidad. Un parámetro como la potencia isocinética bilateral refleja que el trabajo realizado por las fibras musculares no tiende a modificarse en los grupos extensores. Considerando que $W = N \times \text{Velocidad}$, que se realizó fuerza máxima, que la velocidad se encontró controlada y aplicando la ley de Henneman²¹, se explica que ya que se encuentran activadas la totalidad de las fibras musculares y la velocidad no cambia, la potencia no se hace notable en la modificación en este grupo en particular (extensor). Intervienen además los sistemas energéticos anaeróbicos ya que es una prueba máxima en corto periodo, lo cual determina que el coeficiente de variación de las repeticiones en la prueba sea menor del 10%: el fútbol es un deporte de baja a moderada intensidad aeróbica² y aunque se realizan esfuerzos anaeróbicos como *sprints* repetidamente^{1,3}, no son de la suficiente duración e intensidad para modificar estas variables. Por otro lado, la fuerza en los grupos extensor dominante y flexor no dominante no tuvo modificación, mientras que en la cadena flexora dominante sí la hubo. Esto se podría explicar desde la biomecánica de la patada, donde quizá lo que se modifique durante la temporada sea la técnica y no la fuerza de golpeo de balón. En este punto de vista, la cadena extensora dominante ayudará al pateo, mientras que la cadena flexora no dominante será el estabilizador activo en la pierna de apoyo; el grupo flexor dominante tendrá una adaptación rápida (traducida en cambio de los valores) ya que al ser menos solicitado, mejorará rápidamente con el entrenamiento.

Para la valoración de la fuerza entre ambos lados en los músculos extensores, se mantuvo una relación por debajo del 10% como menciona la literatura^{4,6}, sin embargo entre el grupo flexor se obtuvo una diferencia mayor a ese 10%. En la fuerza de extensores el lado dominante no mostró una progresión estadísticamente significativa mientras que el lado no dominante sí la tuvo, quizá se deba entonces a que el lado no dominante tuvo esa mejoría con el entrenamiento por una mayor adaptación, mientras que la del lado dominante no tiene ese cambio tan rápido ya que es un lado que tiene las capacidades más desarrolladas. Hubo variación temporal en la relación entre ambos lados aunque permaneció menor de 10%. La relación flexores – extensores dominantes no tuvo significancia estadística como tuvo la no dominante. La potencia de los extensores no tuvo modificaciones significativas, mientras que la de los flexores sí, en ambos lados, similar al fenómeno con la fuerza del grupo flexor no dominante.

Este test se diseñó para esta investigación, siguiendo los aspectos propuestos por Rodríguez²² para la valoración de la fuerza:

- *Analizar las características de la prueba en cuestión, así como las demandas de fuerza que son solicitadas para la búsqueda de eficacia y rendimiento:* consideramos que la cadena cinética cerrada es funcional, y que dentro del fútbol se requieren movimientos donde una activación de fuerza y potencia teniendo un punto de apoyo se realizan de una manera constante durante los cambios de dirección, giros, saltos, *sprints*, etc.
- *Seleccionar el tipo de fuerza principal que ha de ser trabajada y determinar todos aquellos factores que dan como resultado dicha manifestación y que pueden ser entrenables:* de igual manera, con este test estaremos obteniendo fuerza máxima de los miembros

inferiores cuando se activan cadenas musculares completas (flexión y extensión) y no solamente músculos aislados, determinando si existen deficiencias en la fuerza entre ambos miembros, ambas cadenas o la potencia muscular y en su defecto, realizar un entrenamiento dirigido a modificarlas.

- *Utilizar en todo momento como punto de partida para el diseño de los programas de entrenamiento los datos aportados por las correspondientes pruebas de valoración:* los datos obtenidos con esta investigación contribuirán al desarrollo de una técnica funcional para la valoración de fuerza y potencia, y así mismo proveerán valores que puedan servir de referencia para futuras evaluaciones realizadas con este procedimiento. De este modo, podremos dirigir el entrenamiento hacia la capacidad a mejorar de acuerdo con el resultado y el momento de la prueba.

Por otra parte, igualmente se cumplen los criterios científicos esenciales para determinar su empleo propuestos por el mismo autor:

- *Objetividad:* en este caso, el examinador únicamente posicionará y dirigirá al sujeto, pero dado que los resultados se obtienen en magnitudes físicas, éstos no dependen de la manipulación del evaluador.
- *Confiable:* los resultados se miden con variables cuantitativas, unidades físicas aprobadas y con un alto índice de reproductibilidad⁶.
- *Validez:* con esta prueba se evalúa de manera confiable la fuerza y potencia; y dado que se controlan todas las variables (brazo de palanca, grados de movimiento, velocidad de la prueba, etc.) los resultados serán válidos siempre y cuando se siga el procedimiento descrito.

Nuevamente acorde con Rodríguez²², se deben considerar los objetivos para los que se realiza una prueba, cumpliendo la dinamometría isocinética en cadena cinética cerrada con ellos:

- *La búsqueda de rendimiento para una determinada modalidad de fuerza:* en este caso se busca la producción de fuerza máxima a partir de emplear una baja velocidad, acorde con la Ley de Hill^{4,21}, y contando con una cadena muscular completa en sentido agonista y antagonista.
- *Determinar aquellas posibles pruebas en las cuales el sujeto establece unos mejores índices de actuación y que podría suponer el perfil de intervención deportiva:* con la temporalidad establecida en los objetivos de este estudio, la prueba busca tomar referencia en la pretemporada y al final del torneo, buscando establecer estos índices de actuación y hacia donde queremos encaminar el rendimiento.
- *Modular el proceso de entrenamiento en base a los resultados obtenidos:* dado que se establecen parámetros referenciales, el entrenamiento durante la competencia puede encaminarse a la mejoría de una capacidad que siendo determinada por esta prueba, se encuentre por debajo de lo esperado.

Conclusiones

Este trabajo deberá considerarse como estudio piloto, sin embargo la prueba propuesta cumple con las características requeridas para la

realización de un nuevo test, con la población estudiada se demuestra que es aplicable y que la tabla de valoración aquí presentada es útil para evaluar el rendimiento individual. Consideramos más adecuado agrupar los valores por lateralidad a dominante y no dominante y no solamente derecha – izquierda, debido a la variación que podría haber si se ordenaran con un valor total sin importar lateralidad como se muestran en algunos trabajos que proponen valores normativos. Los valores obtenidos en este estudio sirven como parámetro de referencia en este tipo de jugadores según grupo de edad, nivel de competición y deporte practicado, a reserva de estudiar una población mayor u otro tipo de deportistas. Esta prueba sugerida tiene utilidad en la evaluación biomecánica del rendimiento muscular de fuerza máxima y potencia a baja velocidad en una cadena muscular funcional, multiaxial y que tiene gran importancia para diferentes deportes, ya que permitirá detectar desequilibrios musculares que conlleven riesgo (entre ambos lados y entre agonistas y antagonistas), prevenir lesiones ya que se realiza un movimiento global, funcional y en un movimiento que disminuye la traslación anterior de la tibia y la tensión sobre el ligamento cruzado anterior e incluso realizar valoraciones después de la recuperación en el caso de una lesión.

Limitantes del estudio

La muestra fue poca y no aleatorizada, sin ser representativa del total de jugadores de segunda división profesional por lo que los valores aplican para un muestreo piloto. De igual manera, no fueron tomadas en cuenta las posiciones de juego de los participantes, lo que podría hacer que difirieran los valores ya que cada sección del equipo lleva un entrenamiento específico.

Bibliografía

- Kutlu M, Yapıcı H, Yoncalık O, Çelik S. Comparison of a new test for agility and skill in soccer with other agility tests. *Journal of Human Kinetics*. 2012;33:143-50.
- Little T, Williams AG. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J. Strength Cond. Res*. 2005;19(1):76-8.
- Sporiš G, Milanović Z, Trajković N, Joksimović A. Correlation between speed, agility and quickness (SAQ) in elite Young soccer players. *Acta Kinesiológica*. 2011;5(2):36-41.
- Huesa F, García J, Vargas J. Dinamometría isocinética. *Rehabilitación (Madr)*. 2005;39(6):288-96.
- Mikkelsen C, Werner S, Eriksson E. Closed kinetic chain alone compared to combined open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sports: a prospective matched follow-up study. *Knee Surg, Sports Traumatol Arthrosc*. 2000;8:337-42.
- Dvir Z. Isokinetics. Muscle testing, interpretation and clinical applications. 2nd ed, USA, Churchill – Livingstone, 2012
- Stensdotter AK, Hodges PW, Mellor R, Sundelin G, Hager-Ross C. Quadriceps activation in closed and in open kinetic chain exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(12):2043-7.
- Graham VL, Gehlsen GM, Edwards JA. Electromyographic evaluation of Closed and Open Kinetic Chain knee rehabilitation exercises. *Journal of Athletic Training*. 1993;28(1):23-30.
- Butler R, Southers C, Gorman P, Kiesel K, Plisky P. Differences in soccer players' dynamic balance across levels of competition. *Journal of Athletic Training*. 2012;47(6):616-20.
- Gross MT, McGrain P, Demilio N, Plyler L. Relationship between multiple predictor variables and normal knee torque production. *Phys Ther*. 1989;69:54-62.
- Daneshjoo A, Rahnama N, Mokhtar A, Yusof A. Bilateral and Unilateral Asymmetries of Isokinetic Strength and Flexibility in Male Young Professional Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*. 2013;36:45-53 DOI: 10.2478/hukin-2013-0005.
- MacDougall JD, Hicks AL, MacDonald JR, McKelvie RS, Green HJ, Smith KM. Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *J Appl Physiol* 1998;84(6):2138-42.
- Nikolaïdis P. Anaerobic power across adolescence in soccer players. *Human Movement*. 2011;12(4):342-7.
- Escott B, Lockie R, Knight T, Clark A, Janse de Jonge X. A Comparison of Methods to Quantify the In-Season Training Load of Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2013;8:195-202.
- Degache F, Richard R, Edouard P, Oullion R, Calmels P. The relationship between muscle strength and physiological age: A cross-sectional study in boys aged from 11 to 15. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2010;53:180-8.
- Liebensteiner MC, Platzer HP, Burtscher M, Hanser F, Raschner C. The effect of gender on force, muscle activity, and frontal plane knee alignment during maximum eccentric leg-press exercise. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012;20:510-6. DOI 10.1007/s00167-011-1567-0
- Noyes FR, Barber SD, Mangine RE. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *American Journal of Sports Medicine*. 1991;19:513-8.
- Rahnama N, Lees A, Bambaecichi E. A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*. 2005;48:11-4.
- Lanshammar K, Ribom EL. Differences in muscle strength in dominant and non-dominant leg in females aged 20-39 years: A population-based study. *Physical Therapy in Sport*. 2011;12:76-9.
- Schulz B. Isokinetic knee muscle torque ratios in soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2003;6(4):539.
- López J. Fisiología del ejercicio. 3ra. Ed, Madrid, Editorial Médica Panamericana, 2008.
- Rodríguez PL. Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración. *Revista española de medicina de la educación física y el deporte*. 1997;VI(4):142-54.