

Sport Performance

Parámetros Cinemáticos y Técnicos en Jugadores Jóvenes de Fútbol Después de Modificar la Regla del Fuera de Juego (Regla 11)

Kinematic and Technical Parameters on Young Soccer Players after Modifying the Offside Rule (Rule 11)

Gutiérrez-Vargas, Randall.¹, Rojas-Valverde, Daniel.¹, Jiménez-Madrigal, Ericka.¹, Sánchez-Ureña, Braulio.², Salas-Naranjo, Allan.¹, Gutiérrez-Vargas, Juan Carlos.³, Iván Salazar-Cruz, Iván.¹

¹Centro de Investigación y Diagnóstico en Salud y Deporte (CIDISAD) Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional, Costa Rica.

²Programa de Ciencias del Ejercicio y la Salud (PROCESA) Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional, Costa Rica.

³Centro de Desarrollo y Rehabilitación en Salud (CEDERSA) Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional, Costa Rica.

Randall Gutiérrez-Vargas:

Randall.gutierrez.vargas@una.cr

Fecha de recepción: 5 de Mayo de 2015.

Fecha de aceptación: 11 de Octubre de 2015.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la modificación de la regla 11 del fútbol y sus variaciones en la respuesta fisiológica y técnica de los jugadores. Once futbolistas masculinos (17.82, \pm 1.11 años, estatura 170.82 \pm 4.20 cm; peso 66.29 \pm 7.10 kg; % grasa corporal 14.87 \pm 4.22 % graso ; VO₂max 53.60 \pm 4.22 ml/kg/min) que entrenan y compiten regularmente, fueron monitoreados por medio un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), un pulsómetro y un acelerómetro tri-axial durante partidos amistosos en condición normal de juego (GC) y con modificación de la regla del fuera de juego (regla 11) reduciendo su área de aplicación (GE). Las variables analizadas fueron distancia recorrida, promedio de metros por minuto, frecuencia cardiaca media y máxima, velocidad media, impactos y carga corporal. Se obtienen diferencias significativas para la velocidad media (GC= 7.11 \pm 0.54 km. h-1, GE= 6.05 \pm 0.69 km. h-1, p=0.01), frecuencia cardiaca media (GC= 167.36 \pm 11.78 lat/min, GE= 150.55 \pm 12.93 lat/min, p=0.01), promedio de metros recorridos por minuto (GC= 118,53 \pm 9.08 m/min, GE= 101.00 \pm 11.46 m/min, p=0.01), distancia total (GC= 5296.01 \pm

401.23 m, GE= 4565.50 ± 552.20 m, p=0.01), distancias recorridas a velocidades entre 0 a 11 km. h-1 (GC= 3279.76 ± 134.71 m, GE= 3033.29 ± 167.11 m, p=0.01), distancias recorridas entre velocidades de 11.1 a 14 km. h-1 (GC= 892.95 ± 164.39 m, GE= 666.10 ± 187.31 m, p=0.01), distancias recorridas sobre 23 km. h-1 ((GC= 112.45 ± 79.67 m, GE= 54.46 ± 40.95 m, p=0.04), carga corporal (GC= 137.73 ± 39.42 UA, GE= 107.77 ± 40.70 UA, p=0.02) y los impactos totales (GC= 897.18 ± 298.73, GE= 681.00 ± 371.88 m, p=0.04). Se concluye que las menores intensidades, cargas e impactos corporales observados durante la condición en donde se modificó la regla del fuera de juego, podrían deberse a nuevos patrones de movimiento táctico que la modificación de la regla permite.

Palabras Clave: fútbol, modificación de reglas, GPS, mediciones en competición.

ABSTRACT

The objective of this paper was to determine the effects of the modification of soccer's rule number 11 and its variations on the technical and physiological response of the players. Eleven male soccer players (mean ± DS, age 17.82±1.11 years, height 170.82±4.20 cm; weight 66.29±7.10 kg; body fat % 14.87±4.22; VO₂max 53.60 ± 4.22 ml/kg/min) who train and compete regularly, were monitored by a GPS system during friendly matches in normal game conditions (control), and modifications of rule 11 reducing the application area (experimental). The variables analyzed were total distance covered, average of meters covered per minute, average and maximum heart rate, average speed, impact and body load. Significant differences were report for average speed (GC= 7.11 ± 0.54 km. h-1, GE= 6.05 ± 0.69 km. h-1, p=0.01), average heart rate (GC= 167.36 ± 11.78 b/min, GE= 150.55 ± 12.93 b/min, p=0.01), average of meter covered per minute (GC= 118,53 ± 9.08 m/min, GE= 101.00 ± 11.46 m/min, p=0.01), total distance (GC= 5296.01 ± 401.23 m, GE= 4565.50 ± 552.20 m, p=0.01), meters covered in speeds between 0 to 11 km. h-1 (GC= 3279.76 ± 134.71 m, GE= 3033.29 ± 167.11 m, p=0.01), meters covered in speeds between 11.1 to 14 km. h-1 (GC= 892.95 ± 164.39 m, GE= 666.10 ± 187.31 m, p=0.01), meters covered up to 23 km. h-1 (GC= 112.45 ± 79.67 m, GE= 54.46 ± 40.95 m, p=0.04), body load (GC= 137.73 ± 39.42 UA, GE= 107.77 ± 40.70 UA, p=0.02) and total impacts (GC= 897.18 ± 298.73, GE= 681.00 ± 371.88 m, p=0.04). In conclusion, lower intensities, body load and impacts during modified 11 rule conditions can be a response of new tactic movements that this change in the rule allows.

Keywords: soccer, rule modifications, GPS, competing measurements.

INTRODUCCIÓN

A través de la historia el deporte ha evolucionado. Este proceso ha sido motivado por querer incrementar la competencia, hacerlo más atractivo, más ético y justo, más comercial o más seguro (Arias, Argudo & Alonso, 2011; Murray, 2010). La vía común utilizada para esta transformación ha sido la modificación de reglas. Estos cambios se han realizado también para preservar la naturaleza del deporte o para limitar el uso de tecnologías, materiales o ayudas externas que provocan una competencia desigual (Murray, 2010).

En las últimas décadas los deportes de conjunto han realizado modificaciones constantes a sus reglamentos, y el fútbol no ha sido la excepción. Pese a existir opiniones encontradas sobre la modificación de sus reglas, sigue en una evolución lenta pero constante. Al respecto el entrenador portugués José Mourinho considera que el cambio reglamentario en el fútbol es lento pese a un avance tecnológico que brinda la oportunidad de eliminar muchos de los aspectos controversiales del mismo (Wilson, 2014).

Sobre la necesidad de cambios reglamentarios, la *Union of European Football Associations* (UEFA) en 1991, realizó una encuesta entre sus federaciones miembros. En dicha consulta, se estableció que el 35% de los encuestados estaban de acuerdo en modificar la regla del fuera de juego (Ortiz, 1991). Ese mismo año se llevó a cabo en España un partido de fútbol amistoso entre el Real Madrid y el Barcelona FC. En ese encuentro se ensayó modificar precisamente la regla mencionada en la encuesta de la UEFA, la del fuera de juego con el fin de crear un juego más continuo y ofensivo (Astruells, 1991, Barcelo, 1991). De igual forma esa misma regla fue implementada en la primera Copa Mundial Masculina Sub-17 jugada en Italia el mismo año (FIFA, 1991).

Ambos experimentos reflejaron una necesidad y una presión de muchos sectores del fútbol de modificar la forma de juego

para lograr un mejor espectáculo. En el juego amistoso los efectos del cambio de regla fueron controversiales, por un lado algunos vieron un juego más rápido, con menos interrupciones, mientras que otros vieron un juego más defensivo y con un desgaste mayor de los mediocampistas. Estadísticamente se mostró que los cambios lograron aumentar aproximadamente 13 minutos el tiempo efectivo de juego, no hubo devoluciones a los arqueros y solo se pitó un fuera de juego durante el encuentro. El aumento en el tiempo de juego efectivo produjo la queja de la mayoría de los jugadores, así como de los entrenadores, debido a la percepción de un desgaste físico mayor (Serra, 1991). En el caso de la Copa Mundial Sub-17, la FIFA solamente dio una apreciación técnica de lo acontecido sin dar mayores detalles de la aplicación de dichos cambios, aduciendo que los equipos no llegaron preparados para sacarle un mejor provecho táctico a las modificaciones, debido a que no pudieron practicarlas en partidos de preparación (FIFA, 1991).

En los años posteriores a estos experimentos poco documentados, se ha observado en la literatura científica un esfuerzo de medir con precisión las exigencias físicas y su efecto en el nivel técnico del jugador en situaciones controladas que simulan un escenario con reglas modificadas (Casamichana, Castellano & González, 2011; Hill-Haas Coutts & Dawson, 2010; Ngo et al, 2012). Por ejemplo, se ha intentado modificar el número de jugadores o las dimensiones de juego así como cambiar reglas que exijan a los jugadores una mayor cantidad de aceleraciones u otros esfuerzos físicos mayores.

Con el avance tecnológico con que se cuenta en el presente es posible repensar los diseños de investigación en esta área, los cuales podrían arrojar más datos sobre los verdaderos efectos que pueden producir las modificaciones de las reglas en diferentes planos del deportista (Drust et al., 2007). Sin embargo, no se encontró en la revisión bibliográfica ningún estudio que haya intentado con nueva tecnología, medir diferentes variables cinemáticas que permitan entender mejor los cambios que pueden sufrir los deportistas si se modificaran en el futuro las reglas que actualmente rigen en el fútbol, y que son inclusive origen de debate en diferentes foros sobre la necesidad o no de modificarlas, buscando una evolución positiva del deporte. De hecho, como lo detallan Arias et al. (2011) en una revisión bibliográfica sobre el cambio de reglas en el deporte, los estudios en esta área con nueva tecnología o sin ella son escasos. Por la ausencia de este tipo de estudios en el fútbol, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la modificación a la regla 11 del fútbol y sus variaciones en la respuesta fisiológica y técnica de los jugadores.

MÉTODO

Participantes.

Los sujetos del estudio fueron 11 futbolistas masculinos (17.82, \pm 1.11 años), saludables (estatura 170.82 \pm 4.20 cm; peso 66.29 \pm 7.10 kg; % grasa corporal 14.87 \pm 4.22 % grasa; VO₂máx 53.60 \pm 4.22 ml/kg/min) que entrenan (4-5 veces por semana) y compiten regularmente (al menos una vez a la semana), pertenecientes a un club de fútbol de categoría juvenil asociados a la Unión Nacional de Fútbol de Costa Rica. Los mismos participaron voluntariamente con el aval de sus representantes legales, quienes firmaron un consentimiento informado basado en la Declaración de Helsinki (World Medical Association, 1964). Los sujetos no reportaron desórdenes neurológicos, consumo regular de drogas o afecciones musculares.

Instrumentos.

La caracterización de los participantes se realizó a partir de la medición de la capacidad aeróbica mediante un equipo de medición directa del consumo máximo de oxígeno (VO₂máx) (VO2000, MedGraphics®, Minnesota, United States of America). Además la medición del peso corporal se realizó con una báscula digital (Elite Series BC554, Tanita-Ironman®, Illinois, United States of America) y para la talla de los futbolistas se utilizó un tallímetro de pared. La composición corporal se obtuvo a partir de una absorciometría dual por rayos X (DEXA) (General Electric enCORE 2011®, software versión 13.6, Wisconsin, United States of America), la cual cuantifica el porcentaje de grasa corporal.

Posteriormente para medir las variables cinemáticas se utilizó un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) (SP PRO X II GPSports®, 15Hz, Camberra, Australia). La validez y la fiabilidad de los dispositivos GPS de 15 Hz han quedado demostradas por Barbero-Álvarez et al. (2009). A su vez, Johnston et al (2013) reportan una confiabilidad aceptable a través de una prueba de temporalidad (test, re-test, $r=0.75$). Este instrumento se utilizó para la cuantificación de las variables: distancia recorrida (m), promedio de metros por minuto, frecuencia cardiaca media (lat/min) y máxima, velocidad media (km/h), impactos (g) y carga corporal (UA). Para el análisis de la información se utilizó el software Team AMS® firmware V2.5.4 (GPSports, Camberra, Australia).

Los datos de impactos de cada jugador esta expresado en fuerzas 'g'. El software Team AMS® contabiliza la cantidad e intensidad de impactos por encima de un umbral de 5g, llamados impactos estresores del desempeño (Carling, Reilly &

Williams, 2009).

Todos los movimientos del cuerpo humano en competencia se expresan como carga acumulada. La carga corporal (CC) es la acumulación del grado de cambio en aceleraciones en volumen e intensidad, en tres planos del cuerpo: arriba/abajo (z), lado/lado (y) y delante/atrás (x), expresada por la siguiente fórmula:

$$\text{Magnitud de Impacto (MI)} = \sqrt{((Ac1n - Ac1n-1)^2 + (Ac2n - Ac2n-1)^2 + (Ac3n - Ac3n-1)^2)}$$

Ac1, Ac2 y Ac3 son componentes octogonales de aceleración medidos en diferentes direcciones por medio de un acelerómetro triaxial de 100 Hz. Estos valores son determinados en unidades arbitrarias (UA) (Montgomery, Pine & Minahan, 2010; Lovell y otros, 2013). Para determinar la CC se suman las MI reportadas por cada impacto mayor a 5g en el periodo de tiempo de medición.

Para realizar el análisis de la información recolectada por el GPS se agruparon las distancias recorridas según las categorías de velocidad usadas por Di Salvo et al. (2007): 0 -11 km/h (detenido, caminando, trotando), 11.1-14 km/h (corriendo a baja intensidad), 14.1-19 km/h (corriendo a moderada intensidad), 19.1-23 km/h (corriendo a alta velocidad), >23 km/h (*sprints*).

Para la filmación de los partidos se utilizaron dos cámaras de video de alta definición (SONY® HDV HDR-FX1E).

Procedimiento.

El presente estudio constó de tres fases. En la primera se realizó una sesión de información y reclutamiento con los posibles participantes, se procedió a la firma del consentimiento informado. En el caso de los menores de edad la autorización fue obtenida del encargado legal. En la segunda fase se procedió a realizar una evaluación fisiológica (medición del VO₂máx en cinta rodante y medición antropométrica (peso, talla, porcentaje de grasa) para caracterizar los participantes. En la tercera fase se realizaron dos tipos de partidos amistosos para ser evaluados por medio del GPS, el primer tipo jugado con las reglas vigentes del fútbol según la FIFA (Condición Control) y el segundo contemplaba únicamente la modificación a la regla 11, de manera que el 'fuera de juego' existiría sólo por delante de una línea imaginaria que extendería la línea externa o anterior del área de portería (Condición Experimental) (ver figura 1).



Figura 1. Modificación del espacio en fuera de juego (Elaboración propia).

Para mantener la uniformidad de condiciones entre los juegos, todos iniciaron entre las 6:30 y 7:00am, todos se jugaron en el mismo terreno de juego (dimensiones de 92x60mts, gramilla sintética al aire libre marca Forbex con Monofilamento

Veteado de 55 mm de altura), con los mismos árbitros los cuales estaban incorporados a la Federación Costarricense de Fútbol, y un tiempo de descanso mínimo 72 horas entre el inicio de un partido y el siguiente. Durante los partidos se reportó una temperatura ambiental promedio de 23.7°C (± 1.33 °C) y una humedad relativa de 60.4% ($\pm 4.87\%$). Se mantuvo un control de entrenamientos y cargas de trabajo entre los juegos para evitar cualquier posible influencia en el rendimiento de los jugadores. Todos los partidos se realizaron frente al mismo rival, pertenecientes a la misma categoría y se estableció una formación de juego única (4 defensas- 4 volantes- 2 delanteros) en la condición control, y formación libre en la condición experimental. Se jugó primero un partido con la condición control con mediciones GPS, después dos partidos de ambientación con la condición experimental, luego dos juegos con la condición experimental en la que hubo mediciones con el sistema de GPS, y para finalizar un juego con la condición control con mediciones GPS, para un total de 6 juegos. En total se evaluaron dos juegos control y dos experimentales.

Como criterio de exclusión para los datos recolectados, se valoraron las diferencias propias que existen con respecto a la duración total de cada partido, el contexto propio de las sustituciones de jugadores típicas en el segundo tiempo, los jugadores lesionados durante los partidos de este estudio o jugadores que no pudieron asistir a todos los juegos por razones personales. Por lo tanto para estandarizar, se tomó la decisión de tomar en cuenta los valores obtenidos solo durante los primeros 45 minutos de cada condición (control y experimental), similar a lo realizado por Casamichana y Castellano (2011) y Montgomery, Pyne y Minahan (2010). Al haber dos partidos por cada condición, para cada jugador se escogieron únicamente los datos medidos en el primer juego por condición en donde haya participado en la totalidad del primer tiempo. Con ese criterio se tomaron en cuenta para este estudio solo los jugadores que tenían al menos 45 minutos jugados en la condición control y 45 jugados en la condición experimental.

Para observar el comportamiento de las variables técnicas y del comportamiento táctico de cada jugador en el terreno de juego, se grabó cada partido y posteriormente se analizaron los videos para contabilizar el número de acciones técnicas ejecutadas colectivamente. Específicamente se observó el número de goles, los pases totales, los pases positivos (que llegaron a su receptor), los pases negativos (que no llegaron a su receptor), faltas totales, faltas cometidas y faltas recibidas, fueros de juego, tiros de esquina, contraataques, remates totales, remates directos (direccionados al marco rival), remates indirectos (Desviados del marco rival) y tiempo efectivo de juego (Tiempo en que el balón estuvo en juego). Este conteo lo realizaron tres evaluadores de forma independiente y se promediaron los valores obtenidos. Para presentar estos resultados se sumaron y se promediaron los datos de los dos primeros tiempos de cada condición.

De igual forma se realizó por parte de un experto, un análisis táctico descriptivo del patrón de movimiento de cada jugador durante los partidos por medio del análisis de los videos, además de analizar también con el mismo propósito el mapa de recorrido que se registró por jugador en el sistema GPS (Ver figura 2). Con lo anterior se obtuvo información cualitativa sobre por cuáles zonas del terreno de juego se desplazó cada jugador según su posición de juego y su rol táctico durante el partido.

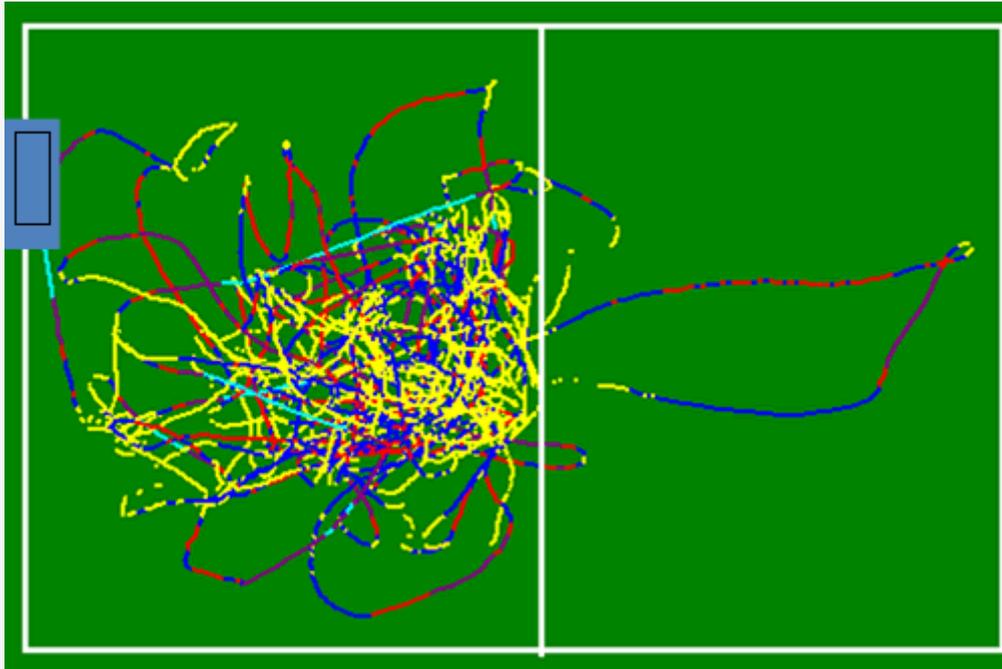


Figura 2. Ejemplo de un mapa de recorrido de un defensa central en 45 minutos.

Análisis estadístico.

Para representar cada una de las características de la muestra se implementó estadística descriptiva por medio del cálculo de valores de la media (M) y sus respectivas desviaciones estándar ($\pm DS$). Se comprobó la normalidad de los datos de cada una de las variables mediante la prueba Shapiro-Wilk, posteriormente se prosiguió con el análisis de comparación entre la condición control y experimental mediante la prueba t de muestras relacionadas. Adicionalmente de manera descriptiva se presenta la suma total para cada variable técnica en 90 minutos para cada condición de juego. Se utilizó el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) (IBM, SPSS Statistics, V. 21.0 Chicago, IL, USA). El nivel de significancia utilizada fue de $p < 0.05$.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los valores promedio de las variables cinemáticas.

Tabla 1. Variables cinemáticas en 45 minutos de juego.

	Sin modificación de regla	Modificación de regla 11
	Media ± D.S	Media ± D.S
FC media (latidos/min)**	167.36 ± 11.78	150.55 ± 12.93
FC Máxima (latidos/min)	191.55 ± 8.14	186.82 ± 8.48
Promedio de metros por minuto**	118.53 ± 9.08	101.00 ± 11.46
V media (km·h ⁻¹)**	7.11 ± 0.54	6.05 ± 0.69
D total (m)**	5296.01 ± 401.23	4565.50 ± 552.20
D (m) 0-11 km·h ⁻¹ **	3279.76 ± 134.71	3033.29 ± 167.11
D (m) 11.1-14 km·h ⁻¹ **	892.95 ± 164.39	666.10 ± 187.31
D (m) 14.1-19 km·h ⁻¹	758.83 ± 212.34	620.64 ± 226.67
D (m) 19.1-23 km·h ⁻¹	252.03 ± 68.34	191.02 ± 120.13
D (m) > 23 km·h ⁻¹ *	112.45 ± 79.67	54.46 ± 40.95
Carga Corporal (UA)*	137.73 ± 39.42	107.77 ± 40.70
Impactos Totales*	897.18 ± 298.73	681.00 ± 371.88
<p>Nota. V media = Velocidad media; D = Distancia; D.S. = Desviación Estandar; FC = Frecuencia cardiaca. *<i>p</i> < 0.05, **<i>p</i> < 0.01.</p>		

Se observa que cuando se modificó con la regla 11 todos los valores disminuyen con respecto a su similar en la condición normal de juego, sin embargo no todos muestran diferencias significativas.

La Tabla 2 escribe el comportamiento de los partidos a nivel técnico.

Tabla 2. Variables técnicas promedio presentadas en 45 min de juego.

	Sin modificación de reglas	Modificación de regla 11	% Diferencia
Goles	1.5	3	50.0
Pases totales	239	224	6.3
Pases positivos	184.5	180	2.4
Pases negativos	64,5	44	19.2
Faltas totales	14	9.5	32.1
Faltas cometidas	7	4.5	35.7
Faltas recibidas	7	5	28.5
Fueras de juego	1	1.5	33.3
Tiros de esquina	2	4.5	55.5
Contraataques	6	11.5	8.3
Remates totales	10.5	17	38.2
Remates directos	6.5	9	27.7
Remates indirectos	4	8	50.0
Tiempo efectivo (min-s)	29 ´ 11"	29 ´ 12"	---

Se observa que al modificar la regla 11 algunas variables técnicas cambian, destacando el aumento en la cantidad de remates directos e indirectos, los tiros de esquina, goles y se disminuyen la cantidad de pases negativos, así como también se reduce la cantidad de faltas recibidas y cometidas.

Con respecto al análisis táctico de los juegos, esta observación de carácter cualitativo es indispensable para darle un sentido práctico a los datos cinemáticos y técnicos (Arias et al., 2011). La observación inició desde los dos partidos de ambientación que se realizaron con la regla 11 modificada, valorando la necesidad de que los jugadores y el cuerpo técnico experimentaran la nueva regla. Durante los primeros minutos del primer partido de ambientación los jugadores jugaron de forma tradicional, es decir, los defensas acercándose en línea hacia la media cancha con el propósito de disminuir el espacio de acción de los delanteros, y estos en línea con los defensas para no ser sorprendidos en fuera de juego. Sin embargo en la medida que pasaban los minutos tanto los jugadores como el cuerpo técnico de los dos equipos comienzan a darse cuenta de las ventajas que pueden obtener con la modificación de la regla, por lo que primero colocan de forma permanente a un delantero de espaldas y cerca del área de portería para que reciba balones filtrados en diagonal por los mediocampista, o para que haga la función de "pivote" recibiendo y pasando el balón a algún compañero que viene corriendo en dirección al marco rival. Lógicamente, esta acción hace que el equipo defensivo deba enviar un defensa a marcar al delantero, lo que produce que la distancia entre las líneas (defensas, mediocampistas y delanteros) aumente. Para el segundo partido de ambientación se observa cómo se coloca un segundo delantero cerca del área rival que se intercambia de posición constantemente con el otro delantero obligando la permanencia de al menos dos defensas para controlarlos. El efecto de este posicionamiento táctico durante los juegos con modificación de regla, fue la formación de dos grupos claramente visibles de jugadores entre defensas y delanteros de ambos equipos cerca de cada área de portería, con un desplazamiento mínimo hacia el centro del terreno de juego, además de un tercero no tan claro de observar formado por los mediocampistas que van entre la defensa y ataque.

Es también importante mencionar que el aumento de distancia entre las líneas (defensas, mediocampistas y delanteros), produce a nivel defensivo la imposibilidad de agrupar a los jugadores en "bloques" que permiten aplicar presión o "Pressing" sobre el jugador ofensivo que conduce el balón o sobre sus posibles receptores. Por lo anterior se observó una transición más rápida y fluida entre la defensa y el ataque. Además se reflexiona que precisamente los sistemas defensivos de "pressing" que se aplican en el fútbol moderno se basan en la reducción del terreno de juego válido para jugar a la ofensiva que permite la vigente regla 11.

DISCUSIÓN

Este es el primer estudio utilizando tecnología GPS que busca determinar el efecto de la modificación de la regla 11 del fútbol en las respuestas cinemáticas y técnicas de los jugadores, en un intento de documentar estos cambios y cómo habría que manejarlos en un futuro si en realidad se modificara esta regla o cualquier otra.

La motivación principal para llevar a cabo este estudio fueron las crónicas de periódico que datan de 1991 cuando se realizó un partido amistoso entre el Barcelona FC y el Real Madrid CF (Astruells, 1991; Barceló, 1991). En dicho encuentro se llevó a cabo la modificación de la regla 11 tal como se aplicó en este estudio. Lo que llamó la atención fueron las declaraciones de los jugadores después del juego en donde mencionaban esfuerzos físicos muy grandes y fuera de lo acostumbrado por ellos en partidos oficiales. Inclusive, se reportó que el tiempo efectivo de juego con la modificación de la regla 11 fue superior en 13 minutos sobre un partido habitual, dato que ayudaría a explicar la fatiga de los jugadores (Serra, 1991). Lo anterior generó en los investigadores de este estudio la idea de modificar la regla 11 de la misma forma como se hizo en 1991, para intentar replicar los comportamientos reportados pero esta vez con tecnología que describiera con más detalle lo acontecido en el terreno de juego.

Los resultados del presente estudio fueron en una dirección contraria a lo expresado en la experiencia documentada. Como se aprecia en la tabla 1, la mayoría de las variables cinemáticas durante la condición experimental (modificación de la regla 11) disminuyeron sus valores con respecto a la condición control (sin modificación de regla 11). Para verificar estos resultados, es importante primero validar las características antropométricas de los sujetos del estudio, así como su nivel de aptitud física, con el propósito de descartar que alguna característica propia de la población pudiera afectar los resultados obtenidos. Los datos descriptivos muestran valores similares a otros estudios efectuados con jóvenes futbolistas de diferentes países (Caixinha, Sampaio & Mil-Homes, 2004; Casamichana et al., 2010; Hill-Hass et al., 2009; Koklu, 2012), tanto en sus mediciones antropométricas, como en su capacidad cardio-respiratoria, aspectos relacionados a las horas de entrenamiento semanal y años de experiencia de practicar el fútbol. Con respecto a los parámetros cinemáticos, Barros et al. (2007) reportan promedios de 5173 metros recorridos por 55 jugadores de Primera División del Fútbol Brasileño durante 4 partidos en los primeros 45 minutos de juego, siendo estos levemente inferiores a los resultados del presente estudio durante la condición sin modificación de la regla 11 (ver tabla 1). Igualmente Clemente et al. (2013) hacen un análisis de las distancias recorridas en todos los partidos de la Copa Mundial de Fútbol de Sudáfrica en el 2010, y determinan que el promedio de metros por minuto es de 109.9 similar a la de otros estudios (Casamichana et al., 2011; Mora et al., 2014), también levemente inferior al del presente trabajo (ver tabla 1). Con respecto a la intensidad de juego, al comparar los resultados obtenidos clasificando la distancia recorrida por diferentes velocidades con los reportados por Barros et al. (2007) con jugadores profesionales de Brasil, con Di Salvo et al. (2007) con jugadores de la Liga Profesional de España, se observa que la distribución es muy similar con respecto a cada rango de velocidad, indicando los datos presentados que tanto en distancias recorridas como en la intensidad de juego, los jugadores del presente estudio tuvieron un desempeño en la cancha durante la condición sin modificar la regla 11 dentro de los parámetros normales inclusive comparándolos con jugadores de categoría mayor profesionales, recordando que los sujetos participantes de esta investigación son aún de categorías juveniles.

El análisis de los resultados obtenidos a nivel cinemático no deja duda de la diferencia de jugar con la regla 11 modificada. Arias et al. (2011), aseguran que la modificación de las reglas en el deporte permite a los atletas experimentar nuevas conductas motoras que estarán en función de su experiencia, sus capacidades, su conocimiento y la acción del rival, es por ello que con tantos factores que pueden afectar el desempeño en el terreno de juego es muy difícil determinar el efecto específico producido solo por el cambio de regla. Un ejemplo que explica lo anterior, es el comparar la experiencia vivida en 1991 en el partido amistoso entre el Real Madrid CF y el Barcelona FC con los resultados del presente estudio. Si bien es cierto se jugó con la misma modificación de regla, el comportamiento y desempeño físico de los jugadores pareciera que fue muy distinto. Una forma de intentar entender lo anterior es haciendo un análisis descriptivo y cualitativo de los aspectos técnicos y tácticos observados buscando encontrar esos otros factores que mencionan Arias et al. (2011) que también afectan la conducta motora de los jugadores durante un partido.

Un nuevo patrón de movimiento táctico en los partidos experimentales fueron los grupos de jugadores estáticos observados claramente en la cercanía de las áreas de portería. A priori se podría pensar que algunas variables cinemáticas podrían mostrar diferencias significativas con respecto a los valores en los partidos control, al haber menos movilidad por parte de estos jugadores. Lo anterior resultó ser cierto al analizar el promedio de la distancia total recorrida ($p=0.01$) por todos los jugadores, habiendo una diferencia de un 13.7% de más metros recorridos en la condición control, lo que demuestra que durante la condición experimental no solo el grupo de jugadores evaluados recorrió menos distancia por jugar de forma más estática, sino que pareciera que por el planteamiento táctico los defensas y atacantes corrieron aún menor distancia. También variables como la frecuencia cardiaca media, o las distancias recorridas a velocidades entre 0 a 14 km/h o sobre los 23 km/h respaldan la observación de un juego más estático y menos intenso en la condición

experimental como se aprecia en la Tabla 1.

Siguiendo con el desarrollo del concepto táctico que implementaron los jugadores gracias a los nuevos patrones de movimiento que permite la modificación de la regla 11, hay otras variables técnicas que ayudan a comprender mejor los resultados del estudio. En la condición experimental se observó una transición de defensa a ataque más fácil, sin tanta presión en la media cancha por la ausencia de los sistemas de "pressing" que se aplican actualmente, ya que no se podía poblar de tantos jugadores el medio campo pues había una cantidad importante de delanteros y defensas esperando en las respectivas áreas de portería. De igual forma, se observó que cuando el balón llegaba a las áreas de porterías no habían tantos jugadores de defensa y ataque saturando el espacio de juego permitido, ya que en muchas acciones los mediocampistas de ambos equipos servían balones filtrados desde media cancha y sus homólogos se quedaban con ellos marcándolos, por lo que se observó un duelo de uno contra uno entre los defensas y atacantes, prefiriendo estos últimos el enfrentamiento individual y no la acción colectiva, debido a que habían muchos espacios libres cerca del marco rival y pocos compañeros de equipo para intentar jugadas colectivas. Estas observaciones se respaldan con los datos técnicos presentados. Por ejemplo, nótese como existe un 6.3% menos de pases totales en la condición experimental, lo que puede significar que por no haber tanta oposición cercana del rival existiera más conducción sin necesidad de más pases para poder avanzar hacia el terreno rival (ver tabla 2). Lo anterior se refuerza analizando la disminución en pases negativos o no concretados durante la condición experimental que es de un 19.2%, lo que pareciera sugerir que ante menos oposición cercana de los rivales los pases porcentualmente fueron más efectivos en la condición experimental (ver tabla 2). También se puede argumentar en esa misma línea si se observan los datos de las faltas, dado que hubo una disminución en la condición experimental tanto de las faltas cometidas como de las recibidas en un 35.7% y en un 28.5% respectivamente. Además en las faltas totales se observa una disminución del 32.1%. Lo anterior, vuelve a sugerir que al no haber tantos jugadores conglomerados en una misma zona, hay menor contacto y por lo tanto menos posibilidades de cometer faltas (ver tabla 2).

Cabe resaltar, que tanto la carga corporal ($p=0.02$) como los impactos ($p=0.04$) recibidos con magnitudes mayores a 5G son significativamente menores en la condición experimental, probablemente influenciado por el menor roce y el menor despliegue físico que en apariencia se dio durante la condición experimental. Sin embargo lo más asombroso y sorprendente de los datos que se presentan, es el hecho que durante la condición con la modificación de la regla 11, pese a que hubo menor despliegue físico tanto en distancia como en intensidad, además de un juego táctico más estático con futbolistas jugando por zonas y no por todo el terreno de juego, se observaron variables técnicas ofensivas con un rendimiento y una efectividad en apariencia superiores. Si se observa la tabla 2, se podrá precisar como en la condición experimental hubo un aumento del 38.2% en remates a marcos totales, aumentando también en un 27.7% los remates directos a marco, además de un 55.5% de aumento en los tiros de esquina. Lo anterior como sería de esperar, aumentó en un 50% la cantidad de los goles logrados durante el periodo de observación y que al final de cuentas, es el objetivo máximo por alcanzar por un equipo de fútbol en la fase de ataque.

En conclusión, los resultados del presente estudio muestran como un cambio en una regla de juego puede modificar los patrones de movimiento dentro del terreno de juego provocando cambios en variables cinemáticas y técnicas. En el caso específico de modificar la regla 11 y de adoptar nuevos patrones de movimiento ya descritos, se observan parámetros cinemáticos de menor magnitud e intensidad con respecto al juego con las reglas normales. Además parece que estos nuevos patrones de movimiento afectan a la estadística de los gestos técnicos durante el juego.

APORTACIONES DIDÁCTICAS

Los resultados presentados sugieren la necesidad de someter a periodos de adaptación a los jugadores cuando se realizan modificaciones a las reglas de juego, para que se puedan aprovechar al máximo desde una perspectiva táctica los nuevos patrones de movimiento permitidos. También es importante medir el efecto que los nuevos patrones tácticos pueden producir en los aspectos cinemáticos y técnicos de los jugadores. Se recomienda antes de proceder a una modificación de regla en fútbol o en cualquier otro deporte, el investigar adecuadamente los posibles efectos de esta acción.

REFERENCIAS

Arias, J., Argudo, F. & Alonso, J. (2011). Review of rule modification in sport. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(1), 1-8.
Astruells, A. 12 de septiembre (1991). Poco fútbol para nuevas reglas. *El Mundo Deportivo*, págs. 3-

- Barbero-Alvarez, J.C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Álvarez, V. & Castagna, C. (2010). The validity and reliability of global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 232-235.
- Barcelo, C. 13 de septiembre (1991). Suspense a las nuevas reglas. *El Mundo Deportivo*, págs. 8-9.
- Barros, R., Misuta, M., Menezes, R., Figueroa, P., Moura, F., Cunha, S., Anido, R. & Leite, N. (2007). Analysis of distance covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sport Science and Medicine*, 6, 233-242.
- Caixinha, P., Sampaio, J. & Mil-Homens. (2004). Variacao dos valores da distancia percorrida e da velocidade de deslocamento em sessoes de trino e em competicoes de futbolista juniore. *Revista Portuguesa de Ciencias do Desporto*, 4(1),7-16.
- Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., & Thomas, R. (2008). The role of motion analysis in elite soccer. *Sports Medicine*, 38(10), 839-862. DOI:10.2165/00007256-200838100-00004.
- Carling, C. J., Reilly, T., & Williams, A. M. (2009). Performance assessment for field sports: physiological, and match notational assessment in practice. *New York: Routledge, Oxxon*.
- Casamichana, D. & Castellano, J. (2010). 'Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size', *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1615 -1623. DOI: 10.1080/02640414.2010.521168.
- Casamichana, D., Castellano, J., & González, A. (2011). Demanda fisiológica en los juegos reducidos de fútbol con diferente orientación del espacio. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 6(17), 141-154. <http://dx.doi.org/10.12800/ccd.v6i17.39>
- Clemente, F., Santos, M., Lourencao, F., Ognyanova, M. & Mendes, R. (2013). Activity Profiles of Soccer Players during The 2010 World Cup. *Journal of Human Kinetics*, 38, 201-211. DOI: 10.2478/hukin-2013-0060.
- Di Salvo, J., Barón, R., Tschan, H., Calderon Montero, F., Bachl, & Pigozzi1, F. (2007). Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 222-227. DOI:10.1055/s-2006-924294.
- Drust, B., Atkinson, G., & Reilly, T. (2007). Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. *Sports Medicine*, 37(9), 783-805. DOI: 10.2165/00007256-200737090-00003.
- FIFA (1991). Technical Report: U-17 World Championship for the FIFA/JVC Cup. *FIFA*, 1-40.
- FIFA (2014). Reglas de Juego. Zurich, Suiza: 36-37. Recuperado desde http://es.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/refereeing/02/36/01/11/27_06_2014_new--lawsofthegamewebes_spanish.pdf.
- Hill-Haas, S., Coutts, A., & Dawson, B. (2010). Time-motion characteristics and physiological responses of small-sided games in elite youth players: The influence of player number and rule changes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2149-2156. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181af5265.
- Johnston, R., Watsford, M., Kelly, S., Matthew, P., Spurrs, R. (2013). The validity and reliability of 10Hz and 15hz GPs units for assessing athlete movement demands. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6), 1649-1655. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000323.
- Koklu, Y. (2012). A comparison of physiological responses to various intermittent and continuous small-sided games in young soccer players. *Journal of Humans Kinetics*, 31(1), 89-96.
- Lovell, T., Sirotic, A., Impellizzeri, F. & Coutts, A. (2013). Factors affecting perception of effort (session rating of perceived exertion) during Rugby League training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(1), 62-69.
- Montgomery, P., Pyne, D., & Minahan, C. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 75-86.
- Mora, J., Núñez, F., Martínez, F., Rodríguez, P. & Moreno-Arrones, L. (2014). Comparación de las demandas de carrera Fútbol 7 vs. Fútbol 11 en jugadores jóvenes de fútbol. *Revista Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 26, 149-152.
- Murray, T. (2010). Defender los valores y la ética del deporte: la relación entre la lucha contra el dopaje y los valores deportivos y la ética. *SHS (págs. 1-10). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)*. Recuperado desde <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001884/188404s.pdf>.
- Ngo, J., Man-Chung, T., Smith, A., Carling, C., Chan, G. & Wong, P. (2012). The effects of man' marking on work intensity in small'sided soccer games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 109-114.
- Ortiz, F. 9 de octubre (1991). La UEFA contraataca. *El Mundo Deportivo*, págs. 28-29.
- Serra, J. 12 de septiembre (1991). Jugaron más que nunca. *El Mundo Deportivo*, pág. 7.
- Wilson, J. 24 de agosto (2014). Jose Mourinho calls on football's lawmakers to allow NFL-style 'timeouts' during play for coaching purposes. *The Telegraph*. Recuperado desde <http://www.telegraph.co.uk/sport/football/teams/chelsea/11054046/Jose-Mourinho-calls-on-footballs-lawmakers-to-allow-NFL-style-timeouts-during-play-for-coaching-purposes.html>.
- World Medical Association (WMA). (1964). Helsinki Declaration: ethical principles of humans beens medical research. *Recuperado desde* <http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/>.