

La Teoría de la Generalizabilidad aplicada al estudio del perfil físico durante juegos reducidos con diferente orientación del espacio en fútbol
Generalizability theory applied to the study of physical profile during different small-sided games with different orientation of the field in soccer

David Casamichana²
Julen Castellano¹
Antonio Hernández-Mendo³

1. Escuela Universitaria Gimbernat (EUG-Cantabria), adscrita a la Universidad de Cantabria (UC)
2. Universidad del País Vasco (UPV/EHU). España
3. Universidad de Málaga. España

Resumen

El propósito de este trabajo fue conocer la respuesta motriz de los jugadores de fútbol en diferentes tareas de entrenamiento medidas a través de dispositivos GPS, así como estimar la variabilidad y la reproducibilidad de las mismas. 12 jugadores amateurs realizaron en tres sesiones de entrenamiento tres situaciones de juego reducido al que se le varió únicamente la orientación del espacio. El perfil físico fue analizado utilizando la distancia recorrida durante cinco intervalos de velocidad (0-6.9, 7.0-12.9, 13.0-17.9, 18.0-20.9 y >21 km·h⁻¹) y la distancia total (DT). Dentro del Modelo General Lineal se realizó un análisis de la varianza y la precisión de generalización con un diseño de tres facetas: participante, sesión y orientación. Los resultados mostraron que la modificación de la orientación del espacio en las tareas influyó en la DT y la recorrida a bajas velocidades, no ocurriendo así en las distancias a alta intensidad. Se encontraron valores de baja variabilidad y alta reproducibilidad en el estudio de las variables DT y distancias recorridas a bajas velocidades, reduciéndose a medida que se incrementa la intensidad de carrera. El estudio sugiere líneas para optimizar el entrenamiento a partir de la variable orientación del espacio.

Palabras clave: fútbol; juegos reducidos; Teoría de la Generalizabilidad; análisis del movimiento.

Abstract

The purpose of this study was to determine the motor response of soccer players training in different tasks measures through GPS devices and to estimate the variability and reproducibility. 12 amateurs players made in three training sessions three small-sided game situations those changed only the orientation of the field. The physical profile was analyzed using the distance covered from five intensities (0-6.9, 7.0-12.9, 13.0-17.9, 18.0-20.9 and >21 km·h⁻¹) and total distance (TD). Within the General Linear Model it was performed an analysis of the variance and the accuracy of generalization with a design of three facets: participant, session and orientation. The results showed that changing the orientation of the space in the task influenced the DT and displacement to low intensity, but not to high intensity. We found low variability and high reproducibility in variables as DT and distances covered to low speed, although they reduced when increased the intensity of the displacement. The study suggests lines to optimize training from the variable field orientation.

Palabras clave: soccer; small sided-games; Generalizability Theory; motion analysis.

Correspondencia/correspondence: David Casamichana Gómez
Escuela Universitaria Gimbernat (EUG-Cantabria), adscrita a la Universidad de Cantabria (UC)
Email: davidcasamichana@gmail.com

Introducción

La utilización de los juegos reducidos (JR) para el desarrollo de la condición física parece estar cada vez más respaldada científicamente (Hill-Haas, Coutts, Rowsell, y Dawson, 2009; Impellizzeri y col., 2006; Reilly y White, 2004), mejorando al mismo tiempo aspectos técnicos y tácticos (Gabbet y Mulvey, 2008) consiguiendo optimizar, de esta manera el tiempo de entrenamiento (Little y Williams, 2007).

La modificación de ciertas reglas (Hill-Haas, Coutts, Dawson, y Rowsell, 2010), de las dimensiones del espacio (Tessitore, Meeusen, Piacentini, Demarie, y Capranica, 2006), del número de jugadores participantes (Rampinini y col., 2007), de la duración de las tareas (Fanchini, Azzalin, Castagna, Schena, Mccall, y Impellizzeri, 2010) o del aliento del entrenador (Rampinini y col., 2007), son algunas de las variables que han mostrado afectar a la respuesta dada por los jugadores en este tipo de tareas. Sin embargo, la influencia de modificar la orientación del espacio no está claramente definida (Casamichana, Castellano, González- Morán, García-Cueto, y García-López, 2011; Dellal, Chamari, Pintus, Girard, Cotte, y Kéller, 2008; Mayo y Navarro, 2008).

Entre los trabajos que se han acercado al estudio del efecto provocado en los jugadores al modificar la variable estructural de la orientación del espacio encontramos el trabajo de Mayo y Navarro (2008), quienes compararon dos situaciones de entrenamiento, una con el espacio polarizado (presencia de porteros) y otra con espacio no orientado (juego de posesión o de mantenimiento) encontrando que cuando se introducen porteros, tanto la carga fisiológica como la carga física es menor (menor FC_{media} , menor tiempo a zonas de alta intensidad, menor distancia recorrida y menor porcentaje de tiempo en las zonas de alta velocidad). Otros trabajos (Sassi, Reilly, y Impellizzeri, 2004), en tareas de 3 contra 3 y 4 contra 4, también estiman una disminución de la exigencia física y fisiológica de los jugadores cuando el espacio está polarizado. Los autores lo justifican por la organización defensiva realizada para proteger la portería, una zona concreta. Resultados similares obtuvieron Casamichana y col. (2011), los cuales estudiaron la demanda fisiológica en diferentes formatos de JR de 3 vs. 3 (espacio no orientado, espacio orientado con porteros y porterías reglamentarias y espacio orientado sin porteros y con porterías pequeñas), observando que la modificación de la orientación del espacio en el juego afecta a la intensidad de la tarea, determinando una mayor respuesta cardíaca en tareas de espacio no orientado. Además encontraron diferencias significativas en función de la demarcación del jugador y la orientación del espacio de juego, exigiendo mayor o menor intensidad a determinadas demarcaciones en función del tipo de tarea propuesta. Al contrario, otros estudios detallan que la presencia de porteros, induce un incremento de la exigencia fisiológica en las situaciones de 8 contra 8 que estudian, justificando este hecho porque consideran que la motivación de los jugadores se ve también incrementada (Dellal y col., 2008). En este trabajo como en otros se comparan situaciones con y sin porteros pero se alteran otras variables: temporales (como la duración de las repeticiones, el número de las mismas y el descanso entre ellas), el número de jugadores o las dimensiones del campo, lo que no permite conocer la influencia 'real'.

Por otro lado, tradicionalmente la heterogeneidad de la carga impuesta en el entrenamiento a los jugadores participantes y entre las diferentes sesiones realizadas (Little y Williams, 2006) se ha entendido como una limitación de la práctica de este contenido de entrenamiento. Un riesgo de alta variabilidad de intensidad entre jugadores y baja reproducibilidad puede provocar una inapropiada intensidad de entrenamiento en algunos jugadores (Little y Williams, 2006). Mientras que diversos trabajos han presentado una baja variabilidad y alta

reproducibilidad en JR (Little y Williams, 2006; Owen, Wong, Paul, y Dellal, 2014; Rampinini y col., 2007), determinadas variables dependientes parecen presentar variabilidades elevadas, como la concentración de lactato sanguíneo, la percepción subjetiva del esfuerzo o el tiempo y distancia recorrida en los intervalos de alta velocidad (Hill-Haas, Coutts, Rowsell, y Dawson, 2008; Hill-Haas, Rowsell, Dawson, y Coutts, 2009; Rampinini y col., 2007). Además, parece que la presencia o no de los porteros puede afectar a la variabilidad (fiabilidad de la respuesta dada por los jugadores dentro de una misma tarea) y a la reproducibilidad de las tareas (fiabilidad de la respuesta dada por los jugadores a lo largo de diferentes sesiones), ya que como afirman Dellal y col. (2008) puede que la presencia de los porteros afecte de diferente manera a unos jugadores y a otros. Ambas medidas son importantes para verificar si la carga impuesta a los jugadores produce una respuesta consistente dentro de una tarea y entre sesiones (Little y Williams, 2006; Rampinini y col., 2007).

El propósito de este trabajo es triple: por un lado, conocer la influencia de diferentes orientaciones del espacio (porterías con porteros, porterías pequeñas y sin porterías) en la respuesta física de los jugadores; en segundo y tercer lugar, estimar la variabilidad (en los jugadores para cada formato de orientación) y la reproducibilidad (en diferentes sesiones para cada formato de orientación) de las formas jugadas.

Método

Participantes

12 jugadores varones de fútbol amateurs participaron en el estudio (21.3 \pm 2.3 años; altura, 174 \pm 4.0 cm; peso, 73.4 \pm 5.1 kg; resultado en el test Yo-Yo de recuperación intermitente nivel 1, 2384.6 \pm 348.5 m), todos ellos pertenecientes al mismo equipo de 3ª División Española, con una experiencia media de 12 años en la práctica federada. Los jugadores tienen una frecuencia de entrenamiento de 3-4 sesiones semanales de entrenamiento, con una duración aproximada de 90 min por sesión, más el partido de competición. Cada jugador fue informado acerca del diseño de la investigación y de sus requerimientos, beneficios y riesgos del estudio, aportando todos los participantes el consentimiento informado antes de comenzar el estudio. Además, el Comité Ético de la Universidad del País Vasco (CEISH) proporcionó la aprobación institucional para la realización de este estudio.

Formatos de los juegos reducidos

Se diseñaron tres formatos de orientación del espacio para un mismo JR: una situación en un espacio no orientado, sin porterías (JRM) cuyo objetivo fue mantener la posesión del balón; y dos formatos en un espacio polarizado donde el objetivo fue anotar un mayor número de goles que el equipo adversario, con porterías reglamentarias y porteros (JRP) y con porterías pequeñas (1 m de ancho) y sin porteros (JRPp). El resto de las variables se mantuvieron constantes: cada formato de JR duró 6 minutos con una fase de descanso pasivo entre ellos de 5 minutos; las dimensiones del terreno de juego fueron de 38*55 m (lo que supone un espacio relativo de 210 m² por jugador) con una relación largo:ancho de 1.45:1; cada equipo constaba de cinco jugadores de campo, más la presencia de porteros en el formato de JRP; y, además, se respetó la normativa del reglamento del fútbol 11 a excepción del fuera de juego.

Material y variables del perfil físico

Los movimientos de los jugadores durante los JR fueron medidos usando un dispositivo portable *Global Positioning System (GPS MinimaxX v.4.0, Catapult Innovations)* que operan con una frecuencia de muestreo de 10 Hz. Modelos similares a estos dispositivos han sido utilizados para estudiar distancias y velocidades recorridas, además de utilizarse para monitorizar el entrenamiento en numerosos equipos de fútbol profesional (Randers et al., 2010). Los dispositivos GPS empleados en este trabajo obtienen mejores resultados en cuanto a la fiabilidad, precisión y validez (Castellano, Casamichana, Calleja-González, San Román, y Ostojic, 2011) en carreras de 30 m (error típico, ET = 0.2 m, coeficiente de variación, CV = 0.7 %, sesgo = 6.5 % y error estándar de medida, SEE = 5.1 %) que los obtenidos en trabajos anteriores (Duffield y col., 2010; Petersen y col., 2009) cuando analizaron los dispositivos con una frecuencia de muestreo de 1 y 5 Hz. Utilizando un diseño específico de chaleco, los dispositivos se introdujeron en un bolsillo ubicado en la parte superior de su espalda, entre las escápulas y la parte inferior de la espina cervical. Los datos de cada dispositivo fueron descargados y analizados *a posteriori* utilizando para ello el *software* específico *Logan Plus v.4.4*. Similares a otros trabajos (Hill-Haas, Dawson, Coutts, y Rowsell 2009; Impellizzeri y col., 2006), para el análisis del perfil físico se seleccionaron distancias recorridas en cinco intervalos de velocidad: *parado-andando* entre 0 y 6.9 km·h⁻¹ (DPA), *baja intensidad* entre 7.0 y 12.9 km·h⁻¹ (DBI), *moderada intensidad* entre 13.0 y 17.9 km·h⁻¹ (DMI), *alta intensidad* entre 18.0 y 20.9 km·h⁻¹ (DAI), y *sprint* por encima de >21 km·h⁻¹ (DS). Además se registró la *distancia total* recorrida (DT).

Procedimiento

El estudio se realizó durante dos semanas dentro de la temporada competitiva 2009-10, durante el mes de febrero, habiendo sido habituados los jugadores a este tipo de tareas en semanas anteriores, además de a la utilización de los dispositivos GPS.

En un terreno exterior de hierba artificial y en horario similar, se llevaron a cabo tres sesiones de entrenamiento (separadas por un mínimo de 48 horas) portando los dispositivos GPS. Durante cada sesión, y después de un calentamiento estandarizado de 15 minutos, se realizaron los tres formatos de JR. En cada sesión se varió el orden, establecido al azar, de la aplicación de los diferentes formatos de JR. Durante la realización de todas las tareas los entrenadores estuvieron presentes proporcionando aliento a los jugadores. Además, ocho balones fueron distribuidos por el exterior del terreno de juego para poder maximizar el tiempo de juego efectivo a través de una rápida puesta en juego cada vez que el balón salió de los límites del terreno de juego. En todas las situaciones de JR se permitió una hidratación *ad limitum*.

Análisis estadístico

Para el análisis de los componentes de varianza y su precisión de generalización se ha configurado un diseño multifaceta compuesto por 3 facetas: *participante*, *sesión* y *orientación*. Por un lado, la faceta *participante* [P], que recoge 12 niveles correspondiendo con el número de jugadores que participaron en el estudio; en segundo lugar la faceta *sesión* [S] con tres niveles, correspondiendo con las tres sesiones de registro utilizadas y, por último, la faceta *orientación* del espacio [O], también con tres niveles, representan los tres formatos utilizados respecto a la orientación del espacio (porterías con porteros, porterías pequeñas sin portero y sin porterías). Se llevarán a cabo tres tipos de análisis. Primeramente, un análisis de generalizabilidad a partir del modelo multifacético *participante*sesión*orientación* (P*S*O), con el fin de observar la varianza asumida por cada una de las facetas y las interacciones para las variables dependientes DT, DPA, DBI, DMI, DAI y DS. En segundo lugar, se realizará un

plan de optimización para el plan de medida *Participante*Orientación/Sesión* (PO/S), que permitirá constatar en qué medida los datos son generalizables a una población universo a partir de las mismas variables dependientes antes mencionadas. Finalmente, se utilizará la faceta *participante* como instrumento de medida (OS/P). En todos los casos el procedimiento empleado fue el de *Generalized Linear Model* (GLM) realizado mediante el paquete estadístico *SAS* v.9.1 (SAS Institute Inc., 1999). Además se realizó un análisis de generalizabilidad con el programa *EduG* v.5.0 (Cardinet, Jonson, y Pini, 2010) estimándose el % de variabilidad (varianza explicada) de cada una de las facetas y de sus interacciones.

Resultados

Primeramente, hemos realizado un análisis de generalizabilidad, Tabla 1, para el modelo multifacético *participante*sesion*orientación* (P*S*O). Destacamos que las diferencias entre los niveles de las distintas variables (DT, DPA, DBI, DMI, DAI Y DS) son significativas, tal y como indica el análisis GLM, por lo que la muestra es suficiente para hacer afirmaciones sobre la realidad descrita. En segundo lugar se puede apreciar cómo los porcentajes de varianza explicados por cada faceta y sus interacciones varían en función de la variable física estudiada.

Tabla 1. Valores de la varianza explicada en porcentajes (%) del modelo de tres facetas.

Faceta	g° l	Pr > F	DT	DPA	DBI	DMI	DAI	DS
<i>Participante</i> [P]	11	<.0001	9	4	11	5	0	0
<i>Sesion</i> [S]	2	<.0001	1	0	0	3	0	10
P*S	12	<.0001	3	10	4	18	17	10
<i>Orientacion</i> [O]	2	<.0001	42	48	48	21	0	0
P*O	22	<.0001	8	10	13	15	22	22
S*O	4	<.0001	26	4	6	6	27	0
P*S*O	24	<.0001	11	23	8	32	35	51

*participante*sesion*orientación* (P*S*O).

Nota: DPA es la distancia recorrida *parado-andando* (entre 0 y 6.9 km·h⁻¹), DBI es la distancia recorrida a *baja intensidad* (entre 7.0 y 12.9 km·h⁻¹), DMI es la distancia recorrida *moderada intensidad* (entre 13.0 y 17.9 km·h⁻¹), DAI es la distancia recorrida en *carrera a alta intensidad* (entre 18.0 y 20.9 km·h⁻¹), DS es la distancia recorrida en *sprint* (por encima de >21 km·h⁻¹) y DT es la distancia total recorrida. Valores de los grados de libertad (g.º de l), significación (Pr > F) y % de varianza para cada una de las facetas del modelo y de sus interacciones.

En la Tabla 2 hemos realizado el plan de optimización para el plan de medida *Participante*Orientación/Sesión* (PO/S). Según los resultados obtenidos, los datos son generalizables a una población universo, sobre todo, en lo que respecta a las variables DT, DPA y DBI. Sin embargo, para las variables DMI, DAI y DS la precisión de la generalización no es demasiado elevada. Únicamente a partir del registro de 12 sesiones de entrenamiento los valores adquieren un moderado-alto nivel de precisión en la generalización (>0.80).

Tabla 2. Valores de los coeficientes de generalizabilidad absolutos y relativos para la faceta *sesión* en el plan de optimización del diseño *Participante*Orientación/Sesión* (PO/S).

Diseño de medida PO/S		Número de sesiones					
	Coef. G	3	6	9	12	15	18
DT	ρ^2	0.82	0.90	0.93	0.95	0.96	0.96
	Φ	0.81	0.90	0.93	0.95	0.96	0.96
DPA	ρ^2	0.83	0.91	0.94	0.95	0.96	0.97
	Φ	0.83	0.91	0.94	0.95	0.96	0.97
DBI	ρ^2	0.89	0.94	0.96	0.97	0.98	0.98
	Φ	0.89	0.94	0.96	0.97	0.97	0.98
DMI	ρ^2	0.69	0.82	0.87	0.90	0.92	0.93
	Φ	0.68	0.81	0.86	0.89	0.91	0.93
DAI	ρ^2	0.45	0.62	0.71	0.77	0.81	0.83
	Φ	0.45	0.62	0.71	0.77	0.81	0.83
DS	ρ^2	0.50	0.66	0.75	0.80	0.83	0.86
	Φ	0.46	0.63	0.72	0.77	0.81	0.84

Nota: DPA es la distancia recorrida *parado-andando* (entre 0 y 6.9 km·h⁻¹), DBI es la distancia recorrida a *baja intensidad* (entre 7.0 y 12.9 km·h⁻¹), DMI es la distancia recorrida *moderada intensidad* (entre 13.0 y 17.9 km·h⁻¹), DAI es la distancia recorrida en *carrera a alta intensidad* (entre 18.0 y 20.9 km·h⁻¹), DS es la distancia recorrida en *sprint* (por encima de >21 km·h⁻¹) y DT es la distancia total recorrida. ρ^2 es el coeficiente relativo y Φ es el coeficiente absoluto de generalizabilidad.

En el segundo plan de medida (Tabla 3) utilizamos la faceta *participante* como instrumento de medida. Se han estimado valores altos de precisión en la generalización con los 12 participantes tomados en el presente estudio. Aún así, a medida que se quiera generalizar a partir de altas intensidades de carrera se debería incrementar el número de participantes necesarios para obtener una mayor precisión.

Tabla 3. Valores de los coeficientes de generalizabilidad absolutos y relativos para la faceta *participante* en el plan de optimización del diseño *Orientación* Sesión/Participante* (OS/P).

Diseño de medida OS/P		Número de participantes			
	Coef. G	12	16	20	30
DT	ρ^2	0.97	0.98	0.98	0.99
	Φ	0.96	0.97	0.98	0.99
DPA	ρ^2	0.93	0.95	0.96	0.97
	Φ	0.93	0.95	0.96	0.97
DBI	ρ^2	0.97	0.98	0.98	0.99
	Φ	0.96	0.97	0.97	0.98
DMI	ρ^2	0.82	0.85	0.88	0.92
	Φ	0.82	0.85	0.88	0.92
DAI	ρ^2	0.82	0.85	0.88	0.92
	Φ	0.82	0.85	0.88	0.92
DS	ρ^2	0.59	0.66	0.70	0.78
	Φ	0.59	0.66	0.70	0.78

Nota: DPA es la distancia recorrida *parado-andando* (entre 0 y 6.9 km·h⁻¹), DBI es la distancia recorrida a *baja intensidad* (entre 7.0 y 12.9 km·h⁻¹), DMI es la distancia recorrida *moderada intensidad* (entre 13.0 y 17.9 km·h⁻¹), DAI es la distancia recorrida en *carrera a alta intensidad* (entre 18.0 y 20.9 km·h⁻¹), DS es la distancia recorrida en *sprint* (por encima de >21 km·h⁻¹) y DT es la distancia total recorrida. ρ^2 es el coeficiente relativo y Φ es el coeficiente absoluto de generalizabilidad.

Discusión

La aplicación de la Teoría de la Generalizabilidad (TG) en el análisis de las tareas de entrenamiento es una perspectiva novedosa que aporta grandes beneficios para la configuración de modelos de entrenamiento. Existen trabajos que han aplicado la TG en la estimación de la variabilidad aportada por diferentes variables (facetas dentro de la TG) en situaciones competitivas (Blanco-Villaseñor, Castellano y Hernández-Mendo, 2000; Castellano, Perea, y Hernández-Mendo, 2008) o en el entrenamiento en fútbol (Martínez de Santos, Blanco-Villaseñor, Sánchez, y Los Arcos, 2009) a partir de variables fisiológicas, pero los autores no conocen ningún otro trabajo donde haya sido aplicada en el estudio de la variabilidad aportada en el perfil físico de los jugadores durante situaciones de entrenamiento.

La principal conclusión de este trabajo es que la modificación en la variable *orientación* del espacio cuando se diseña un JR influye de forma considerable en la distancia total recorrida (DT), así como en las distancias recorridas a intensidades bajas y moderadas (DPA, DBI y DMI). En segundo lugar, la variabilidad aportada por los participantes en cada uno de los formatos de JR es baja en distancias recorridas a baja intensidad (DT, DPA, DBI y DMI), y aumenta a medida que se incrementan la velocidad de los desplazamientos. En tercer lugar, la reproducibilidad de los diferentes formatos de JR a lo largo de las diferentes sesiones muestra un moderado-bajo nivel de estabilidad de las distancias recorridas a alta intensidad (DAI y DS), aunque aumenta a medida que disminuye la intensidad de carrera.

La faceta *orientación* asume la mayor variabilidad en DT, DPA y DBI, explicando casi la mitad de la variabilidad del modelo (42, 48 y 48 %). A medida que la velocidad de los

desplazamientos es mayor la faceta *orientación* disminuye la variabilidad que explica, observándose valores de 0 en las variables DAI y DS. Estos datos indican que la *orientación* del espacio es una variable a tener en cuenta a la hora de diseñar tareas de entrenamiento, ya que como se ha visto en anteriores trabajos influye en la frecuencia cardiaca del jugador (Casamichana y col., 2011), y también influyen en la distancia recorrida por los jugadores (Castellano, Casamichana, y Dellal, 2013), presentándose ambas medidas correlacionadas dentro del proceso de entrenamiento (Casamichana, Castellano, Calleja, San Román y Castagna, 2013). Sin embargo, no parece ser suficiente como para producir modificaciones en las distancias recorridas a alta intensidad, las cuales además no se correlacionan con medidas de carga interna dentro del proceso de entrenamiento (Casamichana, Castellano, Calleja, San Román, y Castagna, 2013). Debemos tener en cuenta que durante la práctica de este tipo de tareas en el entrenamiento los jugadores realizan acciones a alta velocidad de desplazamiento en reducidas ocasiones (Casamichana, Castellano, y Castagna, 2012), lo que quizás explica la reducida variabilidad explicada por la faceta *orientación*. La faceta *participante* presenta unos porcentajes bajos de variabilidad explicada en todas las variables estudiadas, siendo en el mayor de los casos del 11 % para la variable DMI. La faceta *sesión* apenas aporta variabilidad al modelo (valores próximos a 0). El mayor valor estimado corresponde a la categoría DS, con el 10 % de variabilidad explicada, lo que indica la homogeneidad que presentan las diferentes sesiones estudiadas.

El estudio de la interacción entre las variables *participante* y *orientación* (P*O), informa sobre la variabilidad de la respuesta motriz dentro del mismo formato de JR para los diferentes jugadores, es decir, la varianza de las facetas estudiadas en cada caso atribuida a los jugadores dentro de los JR. Hemos obtenido valores bajos de varianza explicada, que van aumentando a medida que aumenta la velocidad de los desplazamientos, hasta alcanzar 22 puntos en las distancias recorridas a alta intensidad y sprint (DAI y DS). Ambas medidas desvelan ‘cierta’ variación en la respuesta dada por parte de los jugadores dentro del mismo formato y que podría atender a la elección de estrategias diferentes para resolver la misma tarea. De manera similar Hill-Haas, Coutts y col. (2008) encontraron mayores variaciones entre la respuesta de los jugadores en categorías de alta velocidad de desplazamiento. Sin embargo, estos valores están alejados del 7 % de variabilidad en la respuesta de la frecuencia cardiaca de los jugadores durante diferentes situaciones de entrenamiento (Martínez de Santos y col., 2009). Parece que a pesar de que la demanda fisiológica (cardiovascular) dentro de las tareas de entrenamiento sea similar, los jugadores seleccionan diferentes intensidades de carrera para resolver la situación motriz (mayor variabilidad en las variables que conciernen a las distancias recorridas a altas velocidades).

Por otro lado, para estimar la reproducibilidad de la respuesta a lo largo de las diferentes sesiones realizadas se tomará la interacción de las facetas *sesión*orientación* (S*O), que hace referencia a la varianza de las variables estudiadas en cada caso atribuida a las sesiones para un mismo formato de JR. Los porcentajes de la varianza explicada son bajos para las variables DPA, DBI, DMI y DS, y moderados-altos para DT y DAI, lo que indica que existe una cierta estabilidad en las distancias recorridas a bajas velocidades, pero que sin embargo, la DT y la distancia recorrida a alta intensidad presenta una cierta variabilidad a lo largo de las sesiones para un mismo formato de JR. La reproducibilidad de las situaciones de entrenamiento a lo largo de diferentes sesiones ha presentado en anteriores trabajos valores muy pequeños de variabilidad, tanto cuando se ha estudiado la frecuencia cardiaca mediante ANOVAS (Hill-Haas, Rowsell, Coutts, y Dawson, 2008; Rampinini et al., 2007) o la TG (Martínez de Santos y col., 2006; Martínez de Santos y col., 2009). En estos dos últimos trabajos (aunque las facetas no son exactamente las mismas) encontraron valores de variabilidad en la frecuencia

cardiaca de los jugadores del 13 % (2009) para la interacción de las facetas *tareas*sesiones*, y entre 1 y 0 % (2006) para la interacción de las facetas *día*tarea-toques* y *día*tarea-marcaje al hombre*.

Finalmente, con relación a los valores del error residual del modelo (P*S*O) presentan niveles bajos para las variables DT, DPA y DBI y éstos se van incrementando a medida que la velocidad de carrera va aumentando (DMI, DAI y DS).

En lo que respecta a los planes de optimización, cuando se sitúa la faceta *Sesión* en la instrumentación (Tabla 2), encontramos coeficientes precisos de generalización con las tres sesiones registradas para las variables de DT, DPA y DBI. Sin embargo, para DMI, DAI y DS, los valores estimados con únicamente 3 sesiones de registro, la precisión de generalización es menor del 0.80, requiriéndose el registro de 15 sesiones para obtener altos valores de precisión en la generalización. En el segundo plan de medida, centrado en la faceta participante (Tabla 3), muestra como la cantidad de 12 es suficiente para obtener altos valores de precisión en la generalización para todas las variables estudiadas, menos para DS, la cual exigiría más de 30 participantes en el estudio para obtener valores más precisos de generalización. Tenemos que considerar que la presencia del adversario, y por tanto, la incertidumbre que genera, inevitablemente implica que el nivel de control de la demanda energética puede verse implicado (Martínez de Santos y col., 2006).

Conclusiones

Con el presente estudio se aporta información sobre los efectos esperados en las distancias recorridas por los participantes a consecuencia de la modificación de la faceta *orientación* del espacio durante la práctica de JR. Por un lado, debemos de tener en cuenta que los técnicos deportivos deben considerar esta variable estructural de la tarea ya que influye en la actividad locomotora de los jugadores durante la práctica. Tanto la variabilidad de los participantes dentro de una misma orientación, como la reproducibilidad a lo largo de las diferentes sesiones se comportan de la misma manera, presentando baja variabilidad y alta reproducibilidad en el estudio de las variables de distancia total recorrida y distancias recorridas a bajas velocidades, mientras que a medida que aumenta la velocidad de los desplazamientos, la variabilidad aumenta y la reproducibilidad se reduce. Esta estabilidad en la DT y en las categorías de baja velocidad permite “categorizar” las tareas de entrenamiento en cuanto a estas variables, mientras que la variación dentro de una misma tarea y entre tareas cuando nos referimos a categorías de alta velocidad de desplazamiento provoca la necesidad de monitorizar la cantidad de metros realizados por los deportistas (Borresen y Lambert, 2009) con el propósito no sólo de asegurar una correcta adaptación de los mismos (Coutts, Rampinini, Marcora, Castagna, y Impellizzeri), sino también de evitar lesiones (Gabbet y Jenkins, 2011). En cuanto a los coeficientes de generalización obtenidos destacamos que las tres sesiones de registro utilizadas y los 12 participantes en las diferentes tareas, permiten generalizar los datos en el estudio de las variables referentes a la distancia total recorrida y distancias recorridas a bajas velocidades, mientras que para obtener altos valores de precisión en la generalización de las variables de distancia recorrida en carrera, en carrera a alta intensidad y en sprint, se requieren mayor número de sesiones de registro y/o de participantes.

Referencias

- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39, 779-795. <http://dx.doi.org/10.2165/11317780-000000000-00000>
- Blanco-Villaseñor, A.; Castellano, J., y Hernández-Mendo, A. (2000). Generalizabilidad de las observaciones de la acción del juego en el fútbol. *Psicothema*, 12, 81-86.
- Cardinet, J.; Jonson, S., & Pini, G. (2010). *Applying Generalizability Theory using EduG*. London: Routledge.
- Casamichana, D.; Castellano, J.; Calleja, J.; San Román, J., & Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 369-374. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182548af1>
- Casamichana, D.; Castellano, J.; González-Morán, A.; García-Cueto, H., y García-López, J. (2011). Demanda fisiológica en juegos reducidos de fútbol con diferente orientación del espacio. *RICYDE. Revista internacional de ciencias del deporte*, 23(7), 141-154. <http://dx.doi.org/10.5232/ricyde2011.02306>
- Casamichana, D.; Castellano, J., & Castagna, C. (2012). Comparing the physical demands of friendly matches and small-sided games in semiprofessional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 837-843.
- Castellano, J.; Casamichana, D.; Calleja-González, J.; San Román, J., & Ostojic, S. M. (2011). Reliability and accuracy of 10 Hz GPS devices for short-distance exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 233-234.
- Castellano, J.; Casamichana, D., & Dellal, A. (2013). Influence of game format and number of players on heart rate responses and physical demands in small-sided soccer games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1295-1303. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e318267a5d1>
- Castellano, J.; Perea, A., & Hernández-Mendo, A. (2008). Análisis de la evolución del fútbol a lo largo de los mundiales. *Psicothema*, 20, 928-932.
- Coutts, A.; Rampinini, E.; Marcora, S.; Castagna, C., & Impellizzeri, F. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 79-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2007.08.005>
- Dellal, A.; Chamari, K.; Pintus, A.; Girard, O.; Cotte, T., & Keller, D. (2008). Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: a comparative study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1449-1457. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e31817398c6>
- Fanchini, M.; Azzalin, A.; Castagna, C.; Schena, F.; McCall, A., & Impellizzeri, F. (2010). Effect of bout duration on exercise intensity and technical performance of small-sided games in soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 0, 1-6.
- Gabbett, T.J., & Jenkins, D. (2011). Relationship between training load and injury in professional rugby league players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14, 204-209. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2010.12.002>
- Gabbett, T., & Mulvey, M. (2008). Time-Motion analysis of small sided training games and competition in elite women soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 543-552. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181635597>

- Hill-Haas, S.; Coutts, A.; Dawson, B., & Rowsell, G. (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, 2149-2156.
<http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181af5265>
- Hill-Haas, S.; Coutts, A.; Rowsell, G., & Dawson, B. (2008). Variability of acute physiological responses and performance profiles of youth soccer players in small-sided games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11, 487-490.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2007.07.006>
- Hill-Haas, S.; Coutts, A.; Rowsell, G., & Dawson, B. (2009). Generic versus small-sided game training in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30, 636-642.
<http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1220730>
- Hill-Haas, S.; Dawson, B.; Coutts, A., & Rowsell, G. (2009). Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sports Sciences*, 27, 1-8.
<http://dx.doi.org/10.1080/02640410802206857>
- Hill-Haas, S.; Rowsell, G.; Coutts, A., & Dawson, D. (2008). The reproducibility of physiological responses and performance profiles of youth soccer players in small-sided games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 393-396.
- Impellizzeri, F.; Marcora, S. M.; Castagna, C.; Reilly, T.; Sassi, A., & Iaia, F. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27, 483-492.
<http://dx.doi.org/10.1055/s-2005-865839>
- Little, T., & Williams, G. (2006). Suitability of soccer training drills for endurance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 316-319.
- Little, T., y Williams, G. (2007). Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 367-371.
- Martínez de Santos, R.; Blanco-Villaseñor, A.; Sánchez, F. J., & Los Arcos, A. (2009). Heart rate recording optimization in soccer. In T. Reilly and A. F. Korkusuz (Eds.), *Science and Football VI* (pp. 267-271). London: Routledge.
- Martínez de Santos, R.; Los Arcos, A.; Blanco-Villaseñor, A., y Sánchez, F. J. (2006). Lógica interna de las tareas y demanda energética en el entrenamiento del fútbol. En R. Martínez de Santos y J. Etxebeste (Eds), *Investigaciones en praxiología motriz* (pp. 173-187). Vitoria-Gasteiz: AVAFIEP y Departamento de Educación Física y Deportiva de la UPV.
- Mayo, J., & Navarro, E. (2008). Physical load imposed on soccer players during small sided training games. *Journal of Sports and Physical Fitness*, 48, 166-171.
- Owen, A. L.; Wong, D. P.; Paul, D., & Dellal, A. (2014). Physical and technical comparisons between various-sided games within professional soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 35(4):286-92.
- Randers, M. B.; Mujika, I.; Hewitt, A.; Santisteban, J.; Bischoff, R.; Solano, R.; Zubillaga, A.; Peltola, E.; Krusturup, P., & Mohr, M. (2010). Application of four different football match analysis systems: A comparative study. *Journal of Sports Sciences*, 28, 171-182.
<http://dx.doi.org/10.1080/02640410903428525>

Rampinini, E.; Impellizzeri, F.M.; Castagna, C.; Abt, G.; Chamari, K.; Sassi, A., & Marcora, S.M. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25, 659-666. <http://dx.doi.org/10.1080/02640410600811858>

Reilly, T., & White, C. (2004). Small-sided games as an alternative to interval training for soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 22, 559.

Sassi, R.; Reilly, T., & Impellizzeri, F. (2004). A comparison of small-sided games and interval training in elite professional soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 22, 562.

Tessitore, A.; Meeusen, R.; Piacentini, M.; Demarie, S., & Capranica, L. (2006). Physiological and technical aspects of "6-a-side" soccer drills. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46, 36-43.