



Apunts Educación Física y Deportes

ISSN: 1577-4015

ISSN: 2014-0983

pubinefc@gencat.cat

Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

España

Morencos, Esther; Casamichana, David; Torres, Lorena;
Romero-Moraleda, Blanca; Haro, Xavier; Rodas, Gil
Demandas cinemáticas de competición internacional en el hockey sobre hierba femenino
Apunts Educación Física y Deportes, vol. 35, no. 137, 2019, July-September, pp. 56-70
Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya
España

DOL: [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2019/3\).137.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/3).137.05)

Available in: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551660713006>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's webpage in redalyc.org

redalyc.org

Scientific Information System Redalyc

Network of Scientific Journals from Latin America and the Caribbean, Spain and Portugal

Project academic non-profit, developed under the open access initiative

Kinematic Demands of International Competition in Women's Field Hockey

Esther Morencos^{1,2*}, David Casamichana³, Lorena Torres⁴, Blanca Romero-Moraleda⁵, Xavier Haro^{2,6} and Gil Rodas^{2,7}

¹Exercise and Sport Sciences, Faculty of Health Sciences, Francisco de Vitoria University, Spain, ²Royal Spanish Field Hockey Federation, Spain, ³European University of the Atlantic, Santander, Spain, ⁴Institute of Sport, Exercise and Active Living, College of Sport and Exercise Science, Victoria University, Melbourne, VIC, Australia, ⁵Healthy Sciences Faculty, Camilo José Cela University, Cañada, Madrid, Spain, ⁶School of Health Sciences, Pompeu Fabra University, Mataró, Spain, ⁷Department of Medical Services of Futbol Club Barcelona, Spain

Abstract

Objective. To compare the kinematic demands on international women field hockey players during official competition matches. **Materials and methods.** Sixteen women players (age: 24.7 ± 2.8 ; weight: 57.9 ± 5.9 kg; height: 165.2 ± 4.9 cm) belonging to the Spanish national team were monitored during 5 matches of the European Championship using global positioning systems (GPS). The analyses were carried out according to the players' positions (defenders, midfielders and forwards), the quarters in the game (Q1, Q2, Q3, Q4), and the number of minutes played. The data analysed included distances, accelerations and decelerations in different intensity ranges. **Results.** The defenders showed less high-intensity activity (speeds, accelerations and decelerations) than midfielders and forwards ($9.4 \pm 2.4\%$; ES: 0.78 with the midfielders and $33.1 \pm 7.2\%$; ES: 2.1, with the defenders). The analysis by quarters showed that in Q4 activity was the highest for all positions. In terms of the number of minutes played, the cluster analysis grouped the players into 3 groups according to the number of minutes played (<32 , $32-45$ and >45 minutes). The athletes who played <32 covered the greatest distance at a sprint (>21 km/h) and high-intensity distance (>15 km/h) per minute of play compared to the group who played >45 minutes. **Conclusions.** The results of this study show that the physical demands on elite women hockey players depend on their position on the field, and that there is more activity in the last quarter and less relative high-intensity kinematic activity among the players who play more minutes during the match.

Keywords: GPS, team sports, movement analysis, competition analysis

* Correspondence:
Esther Morencos (esther.morencos@ufv.es).

Demandes cinemàtiques de competició internacional en l'hoquei sobre herba femení

Esther Morencos^{1,2*}, David Casamichana³, Lorena Torres⁴, Blanca Romero-Moraleda⁵, Xavier Haro^{2,6} i Gil Rodas^{2,7}

¹Ciències de l'Activitat Física i l'Esport, Facultat de Ciències de la Salut, Universitat Francisco de Vitoria, Espanya, ²Reial Federació Espanyola d'Hoquei Herba, Espanya, ³Universitat Europea de l'Atlàntic, Santander, Espanya, ⁴Institute of Sport, Exercise and Active Living, College of Sport and Exercise Science, Victoria University, Melbourne, VIC, Australia, ⁵Facultat de Ciències de la Salut, Universitat Camilo José Cela, Cañada, Madrid, Espanya, ⁶Escola Superior de Ciències de la Salut, Universitat Pompeu Fabra, Mataró, Espanya, ⁷Departament de Serveis Mèdics del Futbol Club Barcelona, Espanya

Resum

Objectiu. Comparar les demandes cinemàtiques de jugadores internacionals d'hoquei sobre herba durant partits de competició oficial. **Material i mètodes.** Setze jugadores (edat: 24.7 ± 2.8 anys; pes: 57.9 ± 5.9 kg; altura: 165.2 ± 4.9 cm) pertanyents a la selecció absoluta espanyola van ser monitorades mitjançant sistemes de posicionament global (GPS) durant 5 partits del Campionat d'Europa. Les anàlisis van ser dutes a terme en funció de la demarcació de les jugadores (defenses, migcampistes i davanteres), dels quarts de joc (Q1, Q2, Q3, Q4), i sobre la base dels minuts jugats. Les dades analitzades van incloure distàncies, acceleracions i desacceleracions en diferents rangs d'intensitat. **Resultats.** Les defenses van presentar menor activitat a alta intensitat (velocitats, acceleracions i desacceleracions) que migcampistes i davanteres ($9.4 \pm 2.4\%$; ME: 0.78 amb les migcampistes i $33.1 \pm 7.2\%$; ME: 2.1, amb les defenses). L'anàlisi per quarts va mostrar que en el Q4 l'activitat va ser major per a totes les demarcacions. Quant a minuts jugats, l'anàlisi clúster va agrupar les jugadores en 3 grups en funció dels minuts jugats (<32 , $32-45$ i >45 minuts). Les esportistes que van jugar <32 van cobrir major distància a esprint (>21 km/h) i distància a alta intensitat (>15 km/h) per minut de joc en comparació amb el grup de >45 minuts jugats. **Conclusions.** Els resultats d'aquest estudi mostren que les demandes físiques en jugadores d'elit d'hoquei depenen de la demarcació en el camp, amb major activitat en l'últim quart i amb menor activitat cinemàtica d'alta intensitat relativa en les jugadores que acumulen més minuts durant el partit.

Paraules clau: GPS, esports col·lectius, anàlisi del moviment, anàlisi de la competició

* Correspondència:
Esther Morencos (esther.morencos@ufv.es).

Introduction

Field hockey is an Olympic sport with 11 players per team who are usually categorised according to the position they occupy on the playing field into goalkeeper, defenders, midfielders and forwards. Just as in other team sports, it is characterised by variable intensity which repeatedly alternates periods of effort and recovery with a high offensive and defensive technical-tactical emphasis in which players require certain physical qualities (aerobic-anaerobic capacity and power, sprinting, acceleration, deceleration and changes in direction, to cite just a few) in order to perform successfully (Elferink-Gemser, Starkes, Medic, Lemmink, & Visscher 2011; Gabbett, 2010).

Due to the increase in the use of global positioning systems (GPS) to analyse and quantify outdoor sports loads (Cummins, Orr, O'Connor, & West, 2013; Sweeting, Cormack, Morgan, & Aughey, 2017), knowledge of the competitive physical demands in this sport has been increasing in recent years (McGuinness, Malone, Petrakos, & Collins, 2017). The study of the demands of competition provides references to help optimise athletes' preparation. This information is a starting point when managing the workloads, designing tasks in training situations (Gabbett, 2010; Holmes, Robinson, & Peters, 2006; Johnston, Sproule, McMorris, & Maile, 2004) and returning to play (Blanch & Gabbett, 2016) to mention just several practical applications (McGuinness, et al., 2017; Vescovi & Frayne, 2015).

The main results of previous studies showed that the number of minutes played (MP) was reflected in certain kinematic variables, such as the total distance run or the distance run at high speeds (the higher the MP, the higher the values for both variables), to cite just some of the most popular ones (Vescovi & Frayne, 2015). In addition, different demands were also found according to playing positions (technical-tactical role), which is traditionally classified into goalkeepers, defenders, midfielders and forwards, with the goalkeepers excluded from the majority of studies performed on the demands of competition. In this sense, Macutkiewicz and Sunderland (2011) were the first to observe that forwards spend more time making high-intensity movements (8% of total time) than midfielders and defenders (6% and

Introducció

L'hoquei sobre herba és un esport olímpic en el qual participen 11 jugadors per equip normalment categoritzats en funció de la demarcació ocupada en el terreny de joc en porter, defenses, migcampistes i davanterers. Com altres esports d'equip, es caracteritza per una intensitat variable en la qual s'alternen períodes d'esforç i de recuperació de forma iterativa, amb un alt component tecnicotàctic ofensiu i defensiu i en el qual les jugadores requereixen de certes qualitats físiques (capacitat i potència aeròbic-anaeròbica, d'esprint, acceleració, desacceleració, canvis de direcció, per esmentar algunes) per a rendir amb èxit (Elferink-Gemser, Starkes, Medic, Lemmink i Visscher 2011; Gabbett, 2010).

A causa de l'increment en la utilització de sistemes de posicionament global (GPS) per a l'anàlisi i la quantificació de càrregues en esports *outdoor* (Cummins, Orr, O'Connor i West, 2013; Sweeting, Cormack, Morgan i Aughey, 2017), el coneixement de les demandes físiques competitives en aquest esport està augmentant en els últims anys (McGuinness, Malone, Petrakos i Collins, 2017). L'estudi de les demandes de la competició permet tenir referències per a ajudar a optimitzar l'estat de preparació dels esportistes. Aquesta informació serveix de punt de partida a l'hora de gestionar les càrregues de treball, el disseny de tasques en situacions d'entrenament (Gabbett, 2010; Holmes, Robinson i Peters, 2006; Johnston, Sproule, McMorris i Maile, 2004), o en el procés de *return to play* (Blanch i Gabbett, 2016), per esmentar algunes de les aplicacions pràctiques (McGuinness, et al., 2017; Vescovi i Frayne, 2015).

Els principals resultats d'estudis previs mostren que els minuts jugats (MJ) es veien reflectits en certes variables cinemàtiques, com el total de la distància recorreguda o la distància recorreguda a alta velocitat (totes dues variables amb valors superiors a més MJ), per citar alguns dels més populars (Vescovi i Frayne, 2015). D'altra banda, també s'observaven demandes diferents en funció de les demarcacions de joc (rol tecnicotàctic), que tradicionalment es classifiquen en porteres, defenses, migcampistes i davanterers, excloent les porteres en la majoria dels estudis realitzats sobre les demandes de la competició. En aquest sentit, Macutkiewicz i Sunderland (2011) van ser els primers a observar que les davanteres passen més temps realitzant moviments d'alta intensitat (8% respecte al temps total) en comparació amb les

5%, respectively). More recently and after the latest change in the regulations, in their analysis with professional women players McGuinness et al. (2017) found that regardless of the position, the athletes played an average of 44 min, which meant $\approx 60\%$ of the total, in which they ran an average of 5540 ± 521 m in total. The distance at high speed was 11% of the total and 2% was at a sprint (> 20 km/h). The defenders were the ones that ran the highest total distances compared to forwards and midfielders (5696 ± 530 m, 5369 ± 578 m and 5555 ± 456 m, respectively). However, forwards ran a greater relative distance (number of minutes played) compared to defenders and midfielders (70 - 131 m/min, 79 - 114 m/min, 79 - 129 m/min, respectively) (Gabbett, 2010; Macutkiewicz & Sunderland, 2011; McGuinness et al., 2017; Vescovi & Frayne, 2015).

Nevertheless, the evolution of the sport has been associated in all senses (technical-tactical and physical) with changes in the regulations, including the number of interchanges allowed (which is now unlimited), the introduction of the self-pass and changes in game times (Gabbett, 2010; Macutkiewicz & Sunderland, 2011; McGuinness, Malone, Hughes, & Collins, 2018; White & MacFarlane, 2013). The latest update from the International Federation stipulates that an official international competitive match has gone from being organised into two 35-minute periods to 4 quarters of 15 minutes each (FIH, 2014). Only a few studies have been performed since the latest change in the regulation, but they do shed some light on the physical demands of this sport on international women players. In this sense, McGuinness et al. (2018) are the only ones to date to analyse the kinematic demand of competition when the time is divided into quarters. On average, the women players ran 4847 ± 583 m (127.6 ± 15.6 m/min), 12% at high speeds (> 16 km/h). Differences were found according to the players' position similar to previous studies, and a drop was found in the distance run at high speeds throughout all the quarters, with a concomitant increase in the distance run at moderate speeds (8.0-15.9 km/h).

Given these demands, research in sports of this kind is evolving to increasingly precise analysis thanks to technological development, which leads it to include accelerations and decelerations at different intensity

migcampistes i defenses (6% i 5%, respectivament). Més recentment, i després de l'últim canvi de reglament, McGuinness et al. (2017) van mostrar en la seva anàlisi amb jugadores professionals que, independentment de la demarcació, les esportistes jugaven una mitjana de 44 min, la qual cosa suposava un $\approx 60\%$ del total, en el qual van recórrer una mitjana de 5540 ± 521 m totals. La distància a alta velocitat va suposar l'11% del total, i un 2% va ser recorregut a esprint (> 20 km/h). Les defenses van ser les que majors distàncies totals van recórrer en comparació amb davanteres i migcampistes (5696 ± 530 m, 5369 ± 578 m i 5555 ± 456 m, respectivament). No obstant això, les davanteres van recórrer més distància relativa (minuts jugats), quan es va comparar amb defenses i migcampistes (70 - 131 m/min, 79 - 114 m/min, 79 - 129 m/min, respectivament) (Gabbett, 2010; Macutkiewicz i Sunderland, 2011; McGuinness et al., 2017; Vescovi i Frayne, 2015).

No obstant això, l'evolució de l'esport ha estat lligada en tots els sentits (tecnicotàctica i física) als canvis en el reglament, entre els quals destaquen el nombre de canvis permesos (evolucionant fins a ser il·limitats), la introducció de l'autopassada i els canvis en els temps de joc (Gabbett, 2010; Macutkiewicz i Sunderland, 2011; McGuinness, Malone, Hughes, i Collins, 2018; White i MacFarlane, 2013). L'última actualització de la Federació Internacional va establir que un partit competitiu oficial internacional passava d'una estructura de 2 temps de 35 min a 4 quarts de 15 min de durada cadascun d'ells (FIH, 2014). Els estudis realitzats des de l'últim canvi de reglament són escassos, però permeten aproximar-se al coneixement sobre les exigències físiques d'aquest esport en jugadores de nivell internacional. En aquest sentit, McGuinness et al. (2018), han estat els únics fins avui a analitzar la demanda cinemàtica de competició en el format de temps distribuït en quarts. De mitjana, les jugadores van recórrer 4847 ± 583 m (127.6 ± 15.6 m/min), sent un 12% completat a alta velocitat (> 16 km/h). Es van obtenir diferències en funció de la demarcació ocupada per les jugadores en la línia dels estudis previs, i una disminució de la distància recorreguda a alta velocitat al llarg dels quarts concomitant a un increment de la distància a velocitat moderada (8.0-15.9 km/h).

Entre aquestes demandes, la recerca en esports d'aquest tipus evoluciona cap a una anàlisi cada vegada més precisa gràcies també al desenvolupament de la pròpia tecnologia, la qual cosa comporta incloure

ranges as a variable which shows the relationship with the impact caused on the athlete's body. Specifically, the activity of creating kinase, the perception of muscle pain and neuromuscular performance and fatigue in sports like football (Akenhead, Harley, & Tweddle, 2016; Akenhead, Hayes, Thompson, & French, 2013; Varley, Lewin, Needham, Thorpe, & Burbeary, 2017) seem to be responses that are sensitive to this kind of activity. In women's field hockey, to date there has been no analysis which considers these variables, perhaps because of the lower number of studies which can be found and the technology used.

Despite the fact that Spain is number 11 in the world rankings (FIH, 2017), women's hockey is still mainly amateur in Spain, so this technology is not always accessible to all teams and clubs. Therefore, the objective of this study was to compare the kinematic demands of competition in international women's field hockey, bearing in mind the players' positions, the quarters in the match and the number of minutes played in competition.

Methodology

Participants

Sixteen women players belonging to Spain's national field hockey team participated in the study (body weight 57.9 ± 5.9 kg; height 165.2 ± 4.9 cm; age 24.8 ± 2.8 , 108.3 ± 56.4 caps). All the players were notified of the design, requirements, benefits and risks of the study and they all provided their informed consent. The data used in this study emerged from monitoring the players during competition; therefore, authorisation from the ethics committee was not required (Winter & Maughan, 2009). The study meets the recommendations of the Declaration of Helsinki.

Procedure

The players were monitored for 5 matches in the 2017 European championship held in Holland ($n=50$ cases); of them, three matches were in the group phase and two were in the 5th to 8th place play-offs. For the analysis by position, the players were grouped into defenders ($n=4$, 10 cases), midfielders ($n=6$, 19 cases) and forwards ($n=6$, 21 cases);

acceleracions i desacceleracions a diferents rangs d'intensitat com una variable que mostra relació amb l'impacte generat en l'organisme de l'esportista. De forma concreta, l'activitat de la creatinacinasasa, la percepció de dolor muscular i de rendiment neuromuscular i fatiga en esports com el futbol (Akenhead, Harley i Tweddle, 2016; Akenhead, Hayes, Thompson i French., 2013; Varley, Lewin, Needham, Thorpe i Burbeary, 2017) semblen ser respostes sensibles a aquest tipus d'activitat. En hoquei sobre herba femení, possiblement pel menor nombre d'estudis que es poden trobar i la tecnologia usada, no es troben fins avui anàlisis que contemplin aquestes variables.

Malgrat que Espanya és Top 11 en el rànquing mundial (FIH, 2017), l'hoquei femení hi continua sent majoritàriament *amateur* a Espanya, per la qual cosa l'accés a aquesta tecnologia no sempre està a l'abast de tots els equips o clubs. Per tant, l'objectiu de l'estudi va ser comparar les demandes cinemàtiques de la competició en hoquei sobre herba femení de nivell internacional, atesa la demarcació de les jugadores, als quarts del partit i als minuts jugats en competició.

Metodologia

Participants

Setze jugadores integrants de la selecció nacional d'hoquei sobre herba d'Espanya van participar en l'estudi (pes corporal 57.9 ± 5.9 kg; talla 165.2 ± 4.9 cm; edat 24.8 ± 2.8 , internacionalitats 108.3 ± 56.4). Totes les jugadores van ser notificades del disseny de recerca i dels seus requeriments, beneficis i riscos, aportant totes les participants el consentiment informat. Les dades utilitzades en aquest treball van sorgir del monitoratge de les jugadores durant la competició. Per tant, no es va requerir autorització del comitè d'ètica (Winter i Maughan, 2009). L'estudi es va ajustar a les recomanacions de la Declaració d'Hèlsinki.

Procediment

Les jugadores van ser monitorades durant 5 partits del Campionat Europeu de 2017 celebrat a Holanda ($n=50$ casos), d'aquests, tres partits corresponien a la fase de grups i dos a la disputa per als llocs entre el 5è i el 8è. Per a l'anàlisi per demarcacions es van agrupar les jugadores en defenses ($n=4$, 10 casos), migcampistes ($n=6$, 19 casos) i davanteres ($n=6$, 21 casos); es va utilitzar el

the total match time (60 min) and the time of each of the 15-minute quarters in the match (Q1, Q2, Q3 and Q4) were used. The players' activity on the field (active playing time) was analysed, excluding rest periods between quarters or when the players were on the bench due to either a technical decision or temporary suspension cards. The matches were played with breaks of 24-48 hours between them.

The kinematic monitoring was performed using GPS devices (GPS, SPI ELITE, GPSport, Fyshwick, Australia) which operate with a sampling frequency of 10 Hz and come with an accelerometer at 100 Hz. The reliability and validity of this device has previously been studied (Scott, Scott, & Kelly, 2016). Each athlete wore a vest with a pocket in the upper back where the GPS was placed. The data on each unit were later downloaded onto a laptop using Team AMS software (v.R1.215.3) and the firmware from the download table v2.03B. The number of connected satellites was 10.6 ± 1.2 during the matches.

The variables recorded to be analysed later were the following: the number of minutes played (min; MP), total distance (m; TD), peak speed reached (km/h), high-intensity distance run (HID: > 15 km/h), distance run and number of sprints (> 21 km/h), number of accelerations (Acc) and decelerations (Dec), classified into 3 categories of intensity: i) low (Z1: $1-1.9$ m/s²), ii) moderate (Z2: $2-2.9$ m/s²), and iii) high (Z3: > 3 m/s²). All the variables, with the exception of peak speed, were expressed both absolutely and relative to the minutes played (m/min or n/min). Furthermore, the work:rest ratio (W:R) was determined by dividing the distance run > 6 km/h / distance < 6 km/h.

Data Analysis

Descriptive analysis of all the data was performed, presented as means and standard deviation ($\pm$ SD) with a 95% confidence interval (CI) and effect size (ES). The differences by position and by quarter were analysed via a two-way analysis of variance (ANOVA) (positions x quarters). Cluster analysis was performed to establish groups according to the variable of the number of minutes played. The thresholds for the ESs were < 0.2 ; 0.2-0.6 (trivial), 0.6-1.2 (small),

temps total del partit (60 min) i de cadascun dels quarts del partit (Q1, Q2, Q3 i Q4) de 15 min de durada cadascun. Es va analitzar l'activitat de les jugadores en camp (temps actiu de joc), excloent els períodes de descans entre quarts o quan les jugadores es trobaven a la banqueta, ja fos per decisió tècnica o per targetes d'expulsió temporal. Els partits es van jugar amb períodes de descans de 24-48 h entre partits.

El monitoratge cinemàtic es va realitzar mitjançant l'ús de dispositius GPS (GPS, SPI ELITE, GPSport, Fyshwick, Australia) que operen amb una freqüència de mostreig de 10 Hz i que incorporen un acceleròmetre a 100 Hz. La fiabilitat i validesa d'aquest dispositiu ha estat estudiada prèviament (Scott, Scott i Kelly, 2016). Cada esportista va portar una armilla amb una butxaca col·locada en la part superior de l'esquena on es va situar el GPS. Les dades de cada unitat van ser posteriorment descarregades a un ordinador portàtil mitjançant el programari Team AMS programari (v.R1.215.3) i microprogramari de la taula de descàrrega v2.03B. El nombre de satèl·lits connectats va ser de 10.6 ± 1.2 durant la celebració dels partits.

Les variables registrades per a la seva posterior anàlisi van ser les següents: els minuts jugats (min; MJ), la distància total (m; DT), la velocitat pic aconseguida (km/h), la distància recorreguda a alta intensitat (DAI: > 15 km/h), la distància recorreguda i el nombre d'esprints (> 21 km/h), el nombre d'acceleracions (Acce) i desacceleracions (Des), classificats en 3 categories d'intensitat: i) baixa (Z1: $1-1.9$ m/s²), ii) moderada (Z2: $2-2.9$ m/s²), i iii) alta intensitat (Z3: > 3 m/s²). Totes les variables, a excepció de la velocitat pic, van ser expressades de forma absoluta i de forma relativa als minuts de joc (m/min o n/min). A més, es va establir la ràtio treball: descans (T:D), dividint la distància recorreguda > 6 km/h / distància < 6 km/h.

Anàlisi de les dades

Es va realitzar una anàlisi descriptiva de tot el conjunt de dades, presentades com a mitjanes i desviacions estàndard ($\pm$ DE), amb el 95% d'interval de confiança (IC) i la mida de l'efecte (ME). L'anàlisi de les diferències per demarcacions i per quarts es va realitzar mitjançant una anàlisi de la variància (ANOVA) de doble via (demarcacions x quarts). Es va dur a terme una anàlisi de conglomerats (*cluster analysis*) per a establir grups segons la variable de minuts jugats. Els lindars per als ME van ser < 0.2 ; 0.2-0.6 (trivial), 0.6-1.2 (petit),

1.2-2.0 (moderate), 2.0- 4.0 (large) and 2.0-4.0 (very large) (Hopkins, 2002). All the statistical analyses were performed using the SPSS 18.0 statistical package for iOS. The level of significance allowed was $p < .05$.

Results

The total distance run was 8.8% higher for forwards than for midfielders (ES: 0.7) and 18.9% higher than defenders (ES: 0.9). The high-intensity distance (> 15 km/h) was also higher for forwards than for midfielders ($9.4 \pm 2.4\%$; ES: 0.78) and defenders ($33.1 \pm 7.2\%$; ES: 2.1), while the distance at a sprint (> 21 km/h) shows higher values in forwards than in defenders ($41.19 \pm 21.4\%$; ES: 1.05) (Fig. 1). The variables representing neuromuscular effort (Acc, Dec) related to amount of playing time were also higher for forwards than midfielders ($23.9 \pm 12.2\%$; ES: 0.8) and defenders ($50.4 \pm 24.4\%$; ES: 0.99-1.6), especially those that occur in Z2 (Fig. 2). The W:R ratio was also higher for forwards and midfielders compared to defenders (36.4 ± 5.3 ; ES: 1.4 and 35.4 ± 4.9 ; ES: 0.7, respectively).

In terms of the analysis by quarters, all the positions showed a higher distance relative to the amount of time played in Q4 (21.7-27.3%) than in the other quarters (ES: 0.7-1.2). High-intensity distance running was also higher in Q4 than in Q2 and Q3 (ES: 0.6-1.25), although not compared to Q1 (ES: 0.1-0.4) (Fig. 1). The number of sprints completed was higher in Q4 than in the other quarters ($25 \pm 13.7\%$), although only for midfielders (ES: 0.7-0.9). The number of Dec/min completed in Z1 was higher in Q4 than in the other quarters for both midfielders (ES: 0.9) and forwards (ES: 0.6-0.7), although not for defenders (Fig. 2).

Finally, cluster analysis was performed in which the players were grouped according to MP. This resulted in 3 groups: i) < 32 min (mean: 30.4 ± 1.7), ii) between 32 and 45 min (mean: 38.6 ± 4.2), and iii) > 45 min (mean: 50.1 ± 5.2). The players in groups 1 and 2 covered a greater distance at a sprint (ES: 1.9 and 1.2) and HID/min (ES: 2.1 and 1.1) compared to group 3. The relative distance was higher for group 1 than groups 2 and 3 (Table 1), with $13.1 \pm 6.7\%$ more than group 2 and $19.9 \pm 8.9\%$ more than group 3.

1.2-2.0 (moderat), 2.0- 4.0 (gran) i 2.0-4.0 (molt gran) (Hopkins, 2002). Totes les anàlisis estadístiques van ser realitzades utilitzant el paquet estadístic SPSS 18.0 per a iOS. El nivell de significació admès va ser de $p < .05$.

Resultats

La distància total recorreguda va ser un 8.8% superior per a les davanteres respecte a les migcampistes (ME: 0.7) i un 18.9% més alt respecte a les defenses (ME: 0.9). La distància a alta intensitat (> 15 km/h) també va ser major per a les davanteres que per a les migcampistes ($9.4 \pm 2.4\%$; ME: 0.78) i defenses ($33.1 \pm 7.2\%$; ME: 2.1), mentre que la distància a esprint (> 21 km/h) mostra valors majors en les davanteres respecte a les defenses $41.19 \pm 21.4\%$; ME: 1.05) (figura 1). Les variables representatives d'esforços neuromusculars (Acce, Des) relatives al temps de joc també van ser majors per a les davanteres respecte a les migcampistes ($23.9 \pm 12.2\%$; ME: 0.8) i defenses ($50.4 \pm 24.4\%$; ME: 0.99-1.6) sobretot les que ocorren en la Z2 (figura 2). La ràtio T:D també va ser major per a davanteres i migcampistes en comparació a les defenses (36.4 ± 5.3 ; ME: 1.4 i 35.4 ± 4.9 ; ME: 0.7, respectivament).

Quant a l'anàlisi per quarts, totes les demarcacions van mostrar una distància relativa al temps jugat més alt en el Q4 (21.7-27.3%) que en la resta dels quarts (ME: 0.7-1.2). La distància recorreguda a alta intensitat també va ser superior en el Q4 respecte al Q2 i Q3 (ME: 0.6-1.25), encara que no respecte al Q1 (ME: 0.1-0.4) (figura 1). El nombre d'esprints completats va ser superior en el Q4, respecte a la resta de quarts ($25 \pm 13.7\%$), encara que només per a les migcampistes (ME: 0.7-0.9). El nombre de Des/min completades en la Z1 van ser majors en Q4 que en la resta dels quarts, tant per a les migcampistes (ME: 0.9) com per a les davanteres (ME: 0.6-0.7), encara que no va ser així en el cas de les defenses (figura 2).

Finalment, es va realitzar una anàlisi clúster en el qual es van agrupar les jugadores en funció dels MJ. Com a resultat, es van obtenir 3 grups: i) < 32 min (mitjana: 30.4 ± 1.7), ii) entre 32 i 45 min (mitjana: 38.6 ± 4.2), i iii) > 45 min (mitjana: 50.1 ± 5.2). Les jugadores pertanyents als grups 1 i 2 van cobrir major distància a esprint (ME: 1.9 i 1.2) i DAI/min (ME: 2.1 i 1.1) en comparació amb el grup 3. La distància relativa va ser superior per al grup 1, en comparació amb els grups 2 i 3 (taula 1). Mostrant un $13.1 \pm 6.7\%$ més respecte al grup 2 i un $19.9 \pm 8.9\%$ més respecte al grup 3.

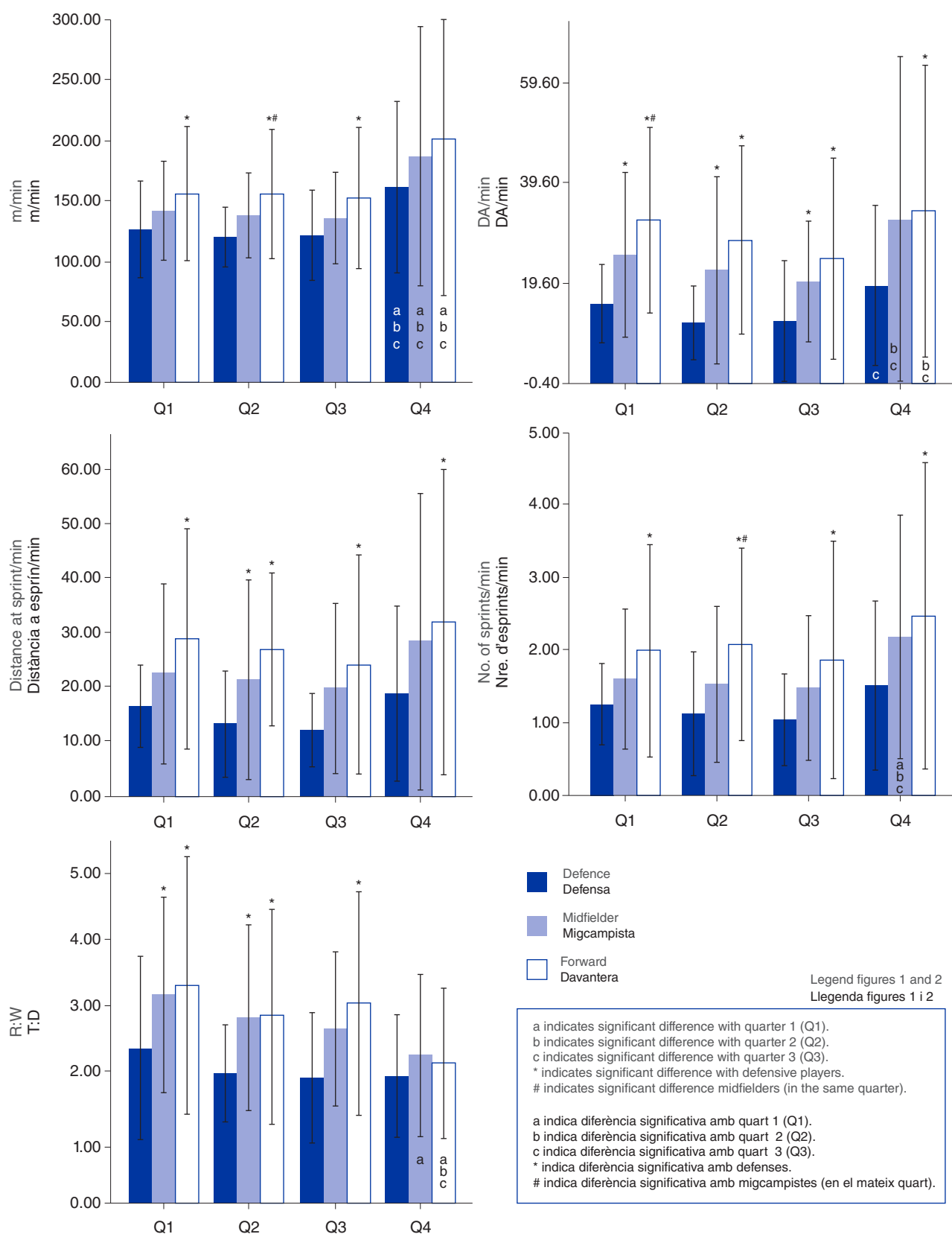


Figure 1. Kinematic variables by quarters.

Figura 1. Variables cinemàtiques per quarts.

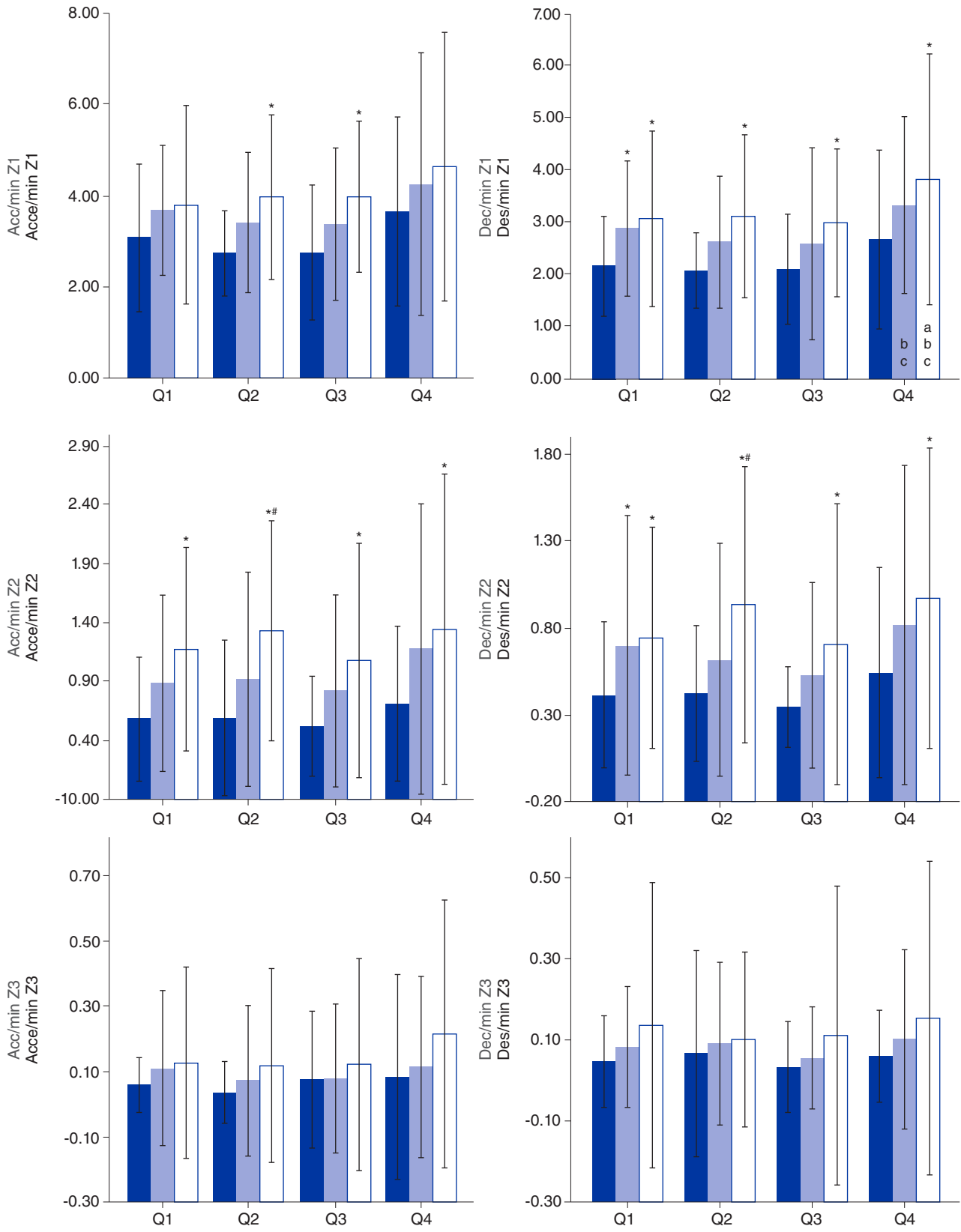


Figure 2. Analysis of accelerations and decelerations by quarter.

Figura 2. Anàlisi de les acceleracions i desacceleracions per quarts.

Table 1
Comparison of the kinematic variables according to the number of minutes played

		MP MJ	N N		ES ME	95% CI 95% IC	
m/min (total)	m/min (totals)	< 32min	15	64.91 ± 6.17		61.49	68.33
		>32 <45	25	73.12 ± 8.27	*1.08	69.70	76.53
		> 45	10	82.48 ± 9.50	*2.3 #1.08	75.68	89.28
Distance at a sprint/min	Distància a esprint/min	< 32min		29.12 ± 8.03		24.68	33.57
		>32 <45		23.08 ± 6.46	*0.85	20.41	25.74
		> 45		15.71 ± 4.14	*1.97 #1.24	12.75	18.67
m/min (plays)	m/min (jugats)	< 32min		< 32min ± 23.56		158.42	184.51
		>32 <45		>32 <45 ± 18.01	*1.11	141.52	156.39
		> 45		137.28 ± 17.46	*1.57 0.60	124.79	149.77
HID/min	DAI/min	< 32min		< 32min ± 6.97		27.61	35.33
		>32 <45		>32 <45 ± 7.24	*0.94	21.18	27.16
		> 45		16.84 ± 6.67	*2.13 #1.11	12.07	21.61
HID	DAI	< 32min		920.09 ± 231.17		792.08	1048.11
		>32 <45		912.28 ± 246.11	0.03	810.69	1013.87
		> 45		845.93 ± 311.84	0.28/0.25	622.86	1069.01
Total distance	Distància total	< 32min		5036.22 ± 706.93		4644.73	5427.70
		>32 <45		5609.45 ± 566.61	*0.92	5375.56	5843.33
		> 45		6856.91 ± 761.18	*2.5 #2.0	6312.39	7401.42
Acc/min Z1	Acce/min Z1	< 32min		9.98 ± 2.88		8.38	11.57
		>32 <45		10.80 ± 2.83	0.28	9.64	11.97
		> 45		11.60 ± 2.42	0.6/0.3	9.86	13.33
Acc/min Z2	Acce/min Z2	< 32min		2.93 ± 1.16		2.29	3.58
		>32 <45		2.76 ± 1.06	0.15	2.32	3.20
		> 45		2.03 ± 0.85	0.85/0.72	1.42	2.64
Acc/min Z3	Acce/min Z3	< 32min		0.39 ± 0.42		0.16	0.62
		>32 <45		0.27 ± 0.29	0.35	0.15	0.39
		> 45		0.19 ± 0.22	0.56/0.3	0.04	0.35
Dec/min Z1	Des/min Z1	< 32min		7.90 ± 2.73		6.39	9.41
		>32 <45		8.35 ± 2.60	0.17	7.28	9.43
		> 45		8.36 ± 2.30	0.17/0.00	6.71	10.01
Dec/min Z2	Des/min Z2	< 32min		2.09 ± 0.66		1.73	2.46
		>32 <45		1.73 ± 0.79	0.48	1.41	2.06
		> 45		1.36 ± 0.46	*1.23 0.52	1.03	1.68
Dec/min Z3	Des/min Z3	< 32min		0.28 ± 0.22		0.16	0.41
		>32 <45		0.20 ± 0.24	0.34	0.10	0.30
		> 45		0.20 ± 0.23	0.35/0.00	0.04	0.37
W:R	T:D	< 32min		2.91 ± 0.41		2.69	3.14
		>32 <45		2.58 ± 0.63	0.59	2.32	2.84
		> 45		2.30 ± 0.58	*1.26 0.45	1.88	2.71
Acc Z1	Acce Z1	< 32min		125.93 ± 22.34		113.56	138.30
		>32 <45		135.80 ± 21.93	0.44	126.75	144.85
		> 45		163.30 ± 23.81	*1.63 #1.22	146.26	180.34

* Significant differences with <32; # Significant differences with >32<45. Acc: accelerations; Dec: decelerations. MP: number of minutes played; ES: effect size for significant and non-significant values (bold font); CI: confidence intervals; W:R: work:rest ratio; HID: high-intensity distance.

Taula 1
Comparació de les variables cinemàtiques en funció dels minuts jugats

* Diferències significatives amb <32; # Diferències significatives amb >32<45. Acce: acceleracions; Des: desacceleracions. MJ: minuts jugats; ME: mida de l'efecte. per a valors significatius i no significatius (negreta); IC: intervals de confiança; T:D: ràtio treball: descans; DAI: distància alta intensitat

Table 1
(Continuation)

Taula 1
(Continuació)

		MP MJ	N N		ES ME	95% CI 95% IC
Acc Z2	Acce Z2	< 32min	36.80 ± 9.69			31.43 42.17
		>32 <45	38.72 ± 10.91	0.18		34.22 43.22
		> 45	29.90 ± 9.56	0.71/0.83		23.06 36.74
Acc Z3	Acce Z3	< 32min	4.93 ± 3.53			2.98 6.89
		>32 <45	3.80 ± 3.21	0.34		2.47 5.13
		> 45	2.90 ± 1.97	0.67/0.31		1.49 4.31
Dec Z1	Des Z1	< 32min	98.53 ± 16.93			89.16 107.91
		>32 <45	108.08 ± 19.29	0.51		100.12 116.04
		> 45	120.30 ± 24.94	*1.06		102.46 138.14
Dec Z2	Des Z2	< 32min	26.93 ± 6.37			23.40 30.46
		>32 <45	24.88 ± 6.92	0.30		22.02 27.74
		> 45	20.90 ± 4.07	1.08/0.63		17.99 23.81
Dec Z3	Des Z3	< 32min	4.27 ± 1.87			3.23 5.30
		>32 <45	2.84 ± 2.44	0.63		1.83 3.85
		> 45	3.30 ± 2.21	0.48/0.19		1.72 4.88
Distance at a sprint	Distància a esprint	< 32min	873.83 ± 245.91			737.65 1010.01
		>32 <45	874.61 ± 221.91	0.00		783.01 966.21
		> 45	795.61 ± 213.80	0.33/0.36		642.66 948.56
No. of sprints	Nre. esprints	< 32min	64.20 ± 17.59			54.46 73.94
		>32 <45	64.80 ± 64.80	0.01		58.23 71.37
		> 45	64.80 ± 64.80	0.01/0.00		55.34 74.26

* Significant differences with <32; # Significant differences with >32<45. Acc: accelerations; Dec: decelerations. MP: number of minutes played; ES: effect size for significant and non-significant values (bold font); CI: confidence intervals; W:R: work:rest ratio; HID: high-intensity distance.

* Diferències significatives amb <32; # Diferències significatives amb >32<45. Acce: acceleracions; Des: desacceleracions. MJ: minuts jugats; ME: mida de l'efecte. per a valors significatius i no significatius (negreta); IC: intervals de confiança; T:D: ràtio treball: descans; DAi: distància alta intensitat

In terms of the neuromuscular variables, the Dec/min in Z2 were lower for group 3 (1.36 ± 0.46 ; ES: 1.23), as were the absolute accelerations (163.3 ± 23.81 ; ES: 1.63 and 1.22) and decelerations (120.2 ± 24.94 ; ES: 1.06) in Z1. The W:R ratio showed the same behaviour (2.3 ± 0.58 ; ES: 1.26). No differences were found in the other variables.

Discussion

The main objective of this study was to compare the kinematic demands of competition in international women's field hockey bearing in mind the players' position, the quarters in the match and the number of minutes played in competition. The main findings of this study were that (a) differences between positions were found for all the variables analysed; (b) the distance run per minute in Q4 is higher than in the preceding quarters regardless of the player's position; and (c) the players in the group with the lowest

Quant a les variables neuromusculars, les Des/min en Z2 van mostrar ser menors per al grup 3 (1.36 ± 0.46 ; ME: 1.23), així com les acceleracions (163.3 ± 23.81 ; ME: 1.63 i 1.22) i desacceleracions (120.2 ± 24.94 ; ME: 1.06) absolutes en Z1. La ràtio T:D també va mostrar el mateix comportament (2.3 ± 0.58 ; ME: 1.26). No es van observar diferències en la resta de les variables.

Discussió

El principal objectiu del treball va ser comparar les demandes cinemàtiques de la competició en hoquei sobre herba femení de nivell internacional, atesa la demarcació de les jugadores, als quarts del partit i als minuts jugats en competició. Les principals troballes d'aquest estudi han estat que (a) per a totes les variables analitzades s'observen diferències entre demarcacions; (b) la distància recorreguda per minut en el Q4, independentment de la demarcació de joc, és superior que en els quarts precedents i (c) les jugadores agrupades en menor nombre

number of MP performed more kinematic activity per minute of play.

Despite the fact that comparing with other studies published in the literature is complicated due to different techniques used to analyse travel (Randers et al., 2010) or different GPS devices used (Buchheit et al., 2014), the values found in this study are higher than those reported in the literature to date. Thus, the distance run per minute of practise is 15-20% higher than was reported by McGuinness et al. (2017) and 35-50% higher than the figures found by Vescovi and Frayne (2015). In addition to the differences due to the different tools used, the match format (4 quarters vs. 2 halves) and the athletes' level could also explain these differences.

With regard to positional demands, it is worth highlighting that the kinematic demands of the defenders are significantly lower than the midfielders and forwards, which concurs with previous studies (McGuinness et al., 2017; Vescovi & Frayne, 2015). The relative distance run was around 20% higher in forwards than in defenders in the first, second and third quarters, and also around 13% higher in midfielders than in defenders in the second quarter. The most current studies also report that forwards and midfielders showed 13% more distance run per minute of play than defenders (McGuinness et al., 2018). In this study the differences between forwards and defenders are even more accentuated, up to 35% in relative distance run.

HID and sprint also seem to be position-dependent. In this study, defenders showed significantly lower values for the majority of variables studied compared to midfielders and especially forwards, the latter being the players with the highest values in these variables. These results seem to support previous findings, with a lower number of high-speed movements and sprints in defenders regardless of the athletes' gender (Vescovi & Frayne, 2015). However, these differences in high-speed travel and sprinting actions were not reported in all studies (McGuinness et al., 2017). Therefore, perhaps it is necessary to express the demands according to the amount of time on the field in order to study players' activity on the field; not doing so could explain the absence of differences between the demands on women players in different positions in previous studies (McGuinness et al., 2018). Furthermore, it is important to bear in mind that comparisons with other studies

de MJ realitzen més activitat cinemàtica relativa al minut de joc.

Tot i que la comparació amb altres treballs publicats en la literatura és complicada, a causa de diferents tècniques d'anàlisis dels desplaçaments (Randers et al., 2010) o diferents dispositius GPS utilitzats (Buchheit et al., 2014), els valors oposats en aquest treball són més elevats que els reportats per la literatura fins avui. Així, la distància recorreguda per minut de pràctica és un 15-20% superior respecte a l'aportada per McGuinness et al. (2017) i un 35-50% superior respecte a les dades aportades per Vescovi i Frayne (2015). A més de les possibles diferències existents degudes a les diferents eines utilitzades, el format del partit (4 quarts vs. 2 parts) o el nivell de les esportistes podrien justificar aquestes diferències.

Respecte a les demandes posicionals cal destacar que les demandes cinemàtiques mostrades per les defenses són significativament inferiors respecte a les jugadores migcampistes i davanteres, la qual cosa coincideix amb anteriors treballs (McGuinness et al., 2017; Vescovi i Frayne, 2015). La distància recorreguda relativa va ser al voltant d'un 20% superior en davanteres respecte a defenses en el primer, segon i tercer quart i també al voltant d'un 13% major en migcampistes en comparació a les defenses en el segon quart. Els estudis més actuals van reportar també que les davanteres i migcampistes mostraven un 13% més de distància recorreguda relativa al minut de pràctica respecte a les defenses (McGuinness et al., 2018). En el present estudio les diferències entre davanteres i defenses s'accentuen més, fins a un 35% en la distància recorreguda relativa.

Les DAI i esprint també semblen ser demarcacions dependents. En aquest treball, les defenses presenten valors significativament més baixos per a la majoria de les variables estudiades respecte a les migcampistes i especialment respecte a les davanteres, sent aquestes últimes les que presenten els valors més elevats en aquestes variables. Aquests resultats semblen donar suport a les troballes prèvies, amb menor quantitat de desplaçaments a alta velocitat i esprint en defenses, independentment del gènere dels esportistes (Vescovi i Frayne, 2015). No obstant això, aquestes diferències en accions realitzades a alta velocitat de desplaçament i esprint no apareixen en tots els treballs (McGuinness et al., 2017). En aquest sentit, possiblement per a estudiar l'activitat que les jugadores realitzen en el camp és necessari expressar les demandes en funció del temps de joc en camp, i no fer-ho d'aquesta manera pot justificar l'absència de diferències entre l'exigència

are difficult due to differences in the speed thresholds that categorise the movements (Cummins et al., 2013), the lack of individualisation of these ranges according to the participants' individual characteristics (Sweeting et al., 2017) and the different measuring devices and time criteria used to monitor the athletes' displacements (Malone, Solan, Hughes, & Collins, 2017).

The amount of time played may be a variable which influences the intensity of play (Carling, Espié, Le Gall, Bloomfield, & Jullien, 2010; Dellal, Lago-Penas, Wong, & Chamari, 2011; Malone et al., 2017; Russell, Sparkes, Northeast, & Kilduff, 2015). Similar to what was found in previous studies (McGuinness, et al., 2017; Vescovi & Frayne, 2015), the number of minutes that the players who occupy defensive positions played was significantly higher than midfielders and forwards, the latter being the ones who played the lowest number of minutes (Vescovi & Frayne, 2015). Studies in other sports like football show a lower intensity in the match when there is overtime (Russell et al., 2015) in addition to a decrease in intensity in small sided games situations when the duration of the repetition is lengthened (Carling et al., 2010). Recently it has also been reported that the intensity of the most demanding periods in competition drops as the length of the analysis time in different team sports increases (Delaney, Thornton, Burgess, Dascombe, & Duthie, 2017; Delaney, Thornton, Rowell et al., 2017). Therefore, it is held that this difference in the number of minutes according to the position occupied by the players in this study directly influences the intensity of the game, thus making it a key factor in preparing athletes for competition.

With regard to the comparison between the quarters, it is worth noting that no decrease in the activity of the players was noticed as the match wore on. In fact, for the majority of variables the tendency was the opposite, with higher values found in the last quarter compared to the previous ones. Specifically, in the last quarter the forwards played significantly longer than in the other periods, with the highest values of distance and HID per minute of play. However, previous studies found between a 4% (McGuinness, et al., 2017) and a 7-9% (Vescovi & Frayne, 2015) decrease in players' activity in the second half, or a decrease

a jugadores de diferents demarcacions en treballs anteriors (McGuinness et al., 2018). A més, és important tenir en compte que la comparació amb altres treballs és difícil a causa de les diferències existents en els llindars de velocitat que categoritzen els desplaçaments (Cummins et al., 2013), la no individualització d'aquests rangs en funció de les característiques individuals de les participants (Sweeting et al., 2017) i els diversos dispositius de mesura i criteris temporals utilitzats en el monitoratge dels desplaçaments de les esportistes (Malone, Solan, Hughes i Collins, 2017).

El temps jugat pot ser una variable que influeixi en la intensitat del joc (Carling, Espié, LeGall, Bloomfield i Jullien, 2010; Dellal, Lago-Penas, Wong i Chamari, 2011; Malone et al., 2017; Russell, Sparkes, Northeast i Kilduff, 2015). De forma similar a l'oposat en treballs previs (McGuinness, et al., 2017; Vescovi i Frayne, 2015) el nombre de minuts de joc per a les jugadores que ocupen la demarcació de defensa va ser significativament superior respecte a les migcampistes i davanteres, sent aquestes últimes les que en menor quantitat de minuts participen (Vescovi i Frayne, 2015). Estudis en altres esports com el futbol mostren menor intensitat en partit quan existeixen pròrroques (Russell et al., 2015), a més del descens de la intensitat en situacions de jocs reduïts quan s'allarga la durada de la repetició (Carling et al., 2010). Recentment també s'ha reportat com la intensitat dels períodes més demandants de la competició disminueix a mesura que augmenta la durada temporal de l'anàlisi en diferents esports col·lectius (Delaney, Thornton, Burgess, Dascombe i Duthie, 2017; Delaney, Thornton, Rowell et al., 2017). S'entén, per tant, que aquesta diferència en el nombre de minuts oposat en funció de la posició ocupada per les jugadores influeix directament en la intensitat de joc, resultant per tant un aspecte clau en la preparació de les esportistes per a la competició.

Respecte a la comparació entre diferents quarts cal destacar que no s'ha observat una disminució en l'activitat de les jugadores a mesura que avança el partit. De fet, per a la majoria de les variables la tendència és la contrària, amb majors valors oposats en l'últim quart respecte als anteriors. De forma concreta, les davanteres en el darrer quart juguen un període de temps significativament major respecte a la resta de períodes, obtenint els valors de superior distància i DAI per minut de joc. No obstant això, altres estudis van trobar una disminució en l'activitat desenvolupada per les jugadores durant la segona part de el 4% (McGuinness, et al., 2017) i el

in HID as opposed to an increase in the distance run at a moderate intensity throughout the quarters (McGuinness et al., 2018).

One explanation for these results could be the high performance level of the participants (international players). Perhaps better physical conditioning enables the players to meet the demands of the game without the activity causing unmanageable fatigue. Therefore, these results should be applied to other competitive contexts with caution, given that the time trend in kinematic activity may be different. The increase in activity found in Q4 may be affected by the score (Spencer et al., 2005). Perhaps due to the fact that the scores were close, kinematic activity increased towards the end of the match in an effort to win it. However, this hypothesis should be further explored in future studies.

When bearing in mind the number of minutes played via the cluster analysis, it was found that there were significant differences for the variables related to distance at a sprint, total distance and HID, with the highest intensity found in the group with the fewest minutes played. Furthermore, the highest intensity values (m/min) in the group with the minutes played showed significant differences. Conversely, in the load values the players with the most minutes played showed higher values, perhaps due to the higher volume. It is worth noting that there were no forwards who accumulated more than 45 min per match or defenders with less than 32 min. Therefore, it seems that defenders' longer length of play is not what explains the decrease in the intensity of play, with average participation of 15 minutes more than forwards.

Some of the main limitations of this study are related to the number of matches studied and the absence of information on the internal and technical-tactical load. Being aware of the repercussions of the players' activity on their bodies would make it possible to calculate cardiovascular efficiency rates, which would in turn enable study of their evolution throughout the match and make comparisons among positions. Furthermore, information on the number of times each player participates in the game, as well as the length of each participation and downtime between participations, could provide more information on the density of the efforts they make while playing international women's field hockey.

7-9% (Vescovi i Frayne. 2015), o una disminució de la DAI davant d'un augment de la distància recorreguda a intensitat moderada al llarg dels quarts (McGuinness et al., 2018).

Una explicació a aquests resultats podria ser l'alt nivell de rendiment de les participants (jugadores internacionals). Potser majors nivells de condició física permetrien a les jugadores satisfer les demandes del joc sense que l'activitat realitzada suposi una fatiga que no siguin capaces de gestionar. Per tant, l'aplicació d'aquests resultats a altres contextos competitiu ha de ser cautelosa, ja que la tendència temporal en l'activitat cinemàtica pot ser diferent. L'augment en l'activitat trobat en el Q4 es pot veure afectat pel marcador (Spencer et al., 2005). Potser pel fet que els marcadors van ser pròxims, l'activitat cinemàtica es va augmentar cap al final del partit de cara a aconseguir la victòria. No obstant això, aquesta hipòtesi s'ha de desenvolupar en futurs treballs.

Quan es tenen en compte els minuts jugats a través de l'anàlisi clúster s'observa que existeixen diferències significatives per a les variables relatives de distància a esprint, distància total i DAI, mostrant major intensitat el grup de menor nombre de minuts jugats. A més, els majors valors d'intensitat (m/min) en el grup de menor quantitat de minuts jugats mostren diferències significatives. Al contrari, en els valors de càrrega les jugadores que acumulen més minuts jugats presenten valors més elevats, degut possiblement al major volum. Cal destacar que no existeixen davanteres que acumulin més de 45 min de partit, ni defenses amb menys de 32 min. Sembla, per tant, que no és una major durada de joc per part de les defenses la que explica els descensos en la intensitat de joc, amb participacions de mitjana de 15 min més respecte a les davanteres.

Algunes de les principals limitacions d'aquest estudi es refereixen al nombre de partits estudiats i a l'absència d'informació de càrrega interna i tecnicotàctica. Conèixer la repercussió en l'organisme de l'activitat desenvolupada per les jugadores permetria el càlcul d'índexs d'eficiència cardiovascular, podent estudiar la seva evolució al llarg del partit i realitzar comparacions entre demarcacions. A més, informació sobre el nombre d'ocasions en les quals cada jugadora participa en camp, així com de la durada de cada participació i entre-participacions, podrien aportar més dades sobre la densitat dels esforços que es duen a terme durant la pràctica de l'hoquei femení internacional.

Practical Applications

Coaches need to be aware that there are clear differences between positions which should be borne in mind when designing tasks, both technical-tactical and conditioning, in the training process. Furthermore, differences in the number of minutes and cumulative load during matches should guide the management of training loads. It is also important to consider that the strategies used in rotations may influence the external load, and in the case of an international tournament with consecutive matches this information should be taken into account when planning the system. A recent study seems to indicate that the higher the opponent's level, the greater the kinematic demands in the domestic league, so information on rotations could also be taken into account when applying it (Vinson, Gerrett, & James, 2018).

The quarter system recently implemented in field hockey also seems to have had an effect on the high intensity maintained until the end of the game (last quarter), which means that appropriate recovery strategies must be designed to help the athlete keep up their performance (hydration, supplements, etc.).

Conclusions

The results of this study show that the physical demands on elite women field hockey players depend on their position on the pitch, and that there is more activity in the last quarter and less kinematic activity per minute of play among the players who played the most minutes during the match.

Conflict of Interests

No conflict of interest was reported by the authors.

Aplicacions pràctiques

Els tècnics han de tenir present que existeixen clares diferències entre demarcacions que han de tenir-se en compte a l'hora de dissenyar les tasques, tant tècnico-tàctiques com de caràcter condicional en el procés d'entrenament. A més, diferències en el volum de minuts i càrrega acumulada durant els partits haurien d'orientar en la gestió de càrregues d'entrenament. D'altra banda, és important considerar que les estratègies utilitzades en les rotacions poden influir en la càrrega externa, en cas d'un torneig a nivell internacional amb partits consecutius aquesta informació pot ser tinguda en compte per a planificar el sistema. Un estudi recent sembla indicar que, a nivell més alt del rival, les demandes cinemàtiques són superiors en els casos de lliga domèstica, per la qual cosa la informació sobre les rotacions podria valorar-se també per a la seva aplicació (Vinson, Gerrett i James, 2018).

El sistema de quarts implantat recentment en l'hoquei sobre herba sembla tenir efecte també en l'alta intensitat mantinguda fins al final (últim quart), la qual cosa obliga a dissenyar estratègies de recuperació adequades per a ajudar l'esportista a mantenir el rendiment (hidratació, suplementació, etc.).

Conclusions

Els resultats d'aquest estudi mostren que les demandes físiques en jugadores d'elit d'hoquei depenen de la demarcació en el camp, amb major activitat en l'últim quart i amb menor activitat cinemàtica per minut de joc en les jugadores que acumulen més minuts durant el partit.

Conflicte d'interessos

Les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.

References

- Akenhead, R., Harley J., & Tweddle, S. (2016). Examining the external training load of an English Premier League football team with special reference to acceleration. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(9), 2424-2432. doi:10.1519/JSC.0000000000001343
- Akenhead, R., Hayes, P. R., Thompson, K. G., & French, D. (2013). Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 556-561. doi:10.1016/j.jsams.2012.12.005
- Blanch, P., & Gabbett, T. J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute: Chronic workload ratio per-

Referències

- mits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(8), 471-475. doi:10.1136/bjsports-2015-095445
- Buchheit, M., Haddad, H., Simpson, B., Palazzi, D., Bourdon, P., Salvo, V., & Mendez-Villanueva, A. (2014). Monitoring accelerations with GPS in football: Time to slow down? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 442-445. doi:10.1123/ijspp.2013-0187
- Carling, C., Espiè, V., Le Gall, F., Bloomfield, J., & Jullien, H. (2010). Work-rate of substitutes in elite soccer: A preliminary

- study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2). 253-255. doi:10.1016/j.jsams.2009.02.012
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 43(10), 1025-1042. doi:10.1007/s40279-013-0069-2
- Delaney, J., Thornton, H., Burgess, D., Dascombe, B., & Duthie, G. (2017). Duration-specific running intensities of Australian football match-play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(7), 689-694. doi:10.1016/j.jsams.2016.11.009
- Delaney, J., Thornton, H., Rowell, A., Dascombe, B., Aughey, R., & Duthie, G. (2017). Modelling the decrement in running intensity within professional soccer players. *Science and Medicine in Football*, 2(2), 86-92. doi:10.1080/24733938.2017.1383623
- Dellal, A., Lago-Penas, C., Wong, D., & Chamari, K. (2011). Effect of the number of ball contacts within bouts of 4 vs. 4 small-sided soccer games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 322-333. doi:10.1123/ijsp.6.3.322
- Elferink-Gemser, M., Starks, J., Medic, N., Lemmink, K., & Visscher, C. (2011). What discriminates elite and sub-elite youth field hockey players? *Annals of Research in Sport and Physical Activity*, 49-68. doi:10.14195/2182-7087_1_3
- FIH. (2014). *Rules of hockey including explanations*. Lausanne, Switzerland.
- FIH. (2017). *Women's World Ranking*. Recuperat de <http://www.fih.ch/rankings/outdoor/>
- Gabbett, T. (2010). GPS analysis of elite women's field hockey training and competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1321-1325. doi:10.1519/JSC.0b013e3181ceebbb
- Holmes, L., Robinson, P., & Peters, D. (2006). How hard do they work? A work rate analysis of elite level women's hockey. A *World Congress of Performance Analysis of Sport VII*, 23rd -26th August 2006, Szombathely, Hungary.
- Hopkins, W. (2002). *A scale of magnitudes for effect statistics: A new view of statistics*. Recuperat de <http://www.sportsci.org/resource/stats/effectmag.html>
- Johnston, T., Sproule, J., McMorris, T., & Maile, A. (2004). Time-motion analysis and heart rate response during elite male field hockey competition versus training. *Journal of Human Movement Studies*, 46(3), 189-203.
- Macutkiewicz, D., & Sunderland, C. (2011). The use of GPS to evaluate activity profiles of elite women hockey players during match-play. *Journal of Sports Sciences*, 29(9), 967-973. doi:10.1080/0264014.2011.570774
- Malone, S., Solan, B., Hughes, B., & Collins, K. (2017). Duration specific running performance in elite Gaelic football. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. doi:10.1519/JSC.0000000000001972
- McGuinness, A., Malone, S., Hughes, B., & Collins, K. (2018). The physical activity and physiological profiles of elite international female field hockey players across the quarters of competitive match-play. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Publicació anticipada en línia. doi:10.1519/JSC.0000000000002483
- McGuinness, A., Malone, S., Petrakos, G., & Collins, K. (2017). The physical and physiological demands of elite international female field hockey players during competitive match-play. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Publicació anticipada en línia. doi:10.1519/JSC.0000000000002158
- Randers, M., Mujika, I., Hewitt, A., Santisteban, J., Bischoff, R., Solano, R., ... Mohr, M. (2010). Application of four different football match analysis systems: A comparative study. *Journal of Sports Sciences*, 28(2), 171-182. doi:10.1080/02640410903428525
- Russell, M., Sparkes, W., Northeast, J., & Kilduff, L. (2015). Responses to a 120 min reserve team soccer match: A case study focusing on the demands of extra time. *Journal of Sports Sciences*, 33(20), 2133-2139. doi:10.1080/02640414.2015.1064153
- Scott, M., Scott, T., & Kelly, V. (2016). The validity and reliability of global positioning systems in team sport: A brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5), 1470-1490. doi:10.1519/JSC.0000000000001221
- Spencer, M., Rechichi, C., Lawrence, S., Dawson, B., Bishop, D., & Goodman, C. (2005). Time-motion analysis of elite field hockey during several games in succession: A tournament scenario. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(4), 382-391. doi:10.1016/S1440-2440(05)80053-2
- Sweeting, A., Cormack, S., Morgan, S., & Aughey, R. (juny, 2017). When is a sprint a sprint? A review of the analysis of team-sport athlete activity profile. *Frontiers in Physiology*, 8(432). doi:10.3389/fphys.2017.00432
- Varley, I., Lewin, R., Needham, R., Thorpe, R., & Burbeary, R. (2017). Association between match activity variables. Measures of fatigue and neuromuscular performance capacity following elite competitive soccer matches. *Journal of Human Kinetics*, 60(1), 93-99. doi:10.1515/hukin-2017-0093
- Vescovi, J., & Frayne, D. (2015). Motion characteristics of division I college field hockey: Female athletes in motion (FAiM) study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 476-481. doi:10.1123/ijsp.2014-0324
- Vinson, D., Gerrett, N., & James, D. (juny, 2017). Influences of playing position and quality of opposition on standardized relative distance covered in domestic women's field hockey: Implications for coaches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(6). doi:10.1519/JSC.0000000000002049
- White, A., & MacFarlane, N. (2013). Time-on-pitch or full-game GPS analysis procedures for elite field hockey? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(5), 549-555. doi:10.1123/ij-sp.8.5.549
- Winter, E., & Maughan, R. (agosto, 2009). Requirements for ethics approvals. *Journal of Sports Sciences*, 10. doi:10.1080/02640410903178344

Article Citation | Citació de l'article

Morencos, E., Casamichana, D., Torres, L., Romero-Moraleda, B., Haro, X., & Rodas, G. (2019). Kinematic Demands of International Competition in Women's Field Hockey. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 137, 56-70. doi:10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/3).137.05