

Relationship between Heart Rate and the Scoreboard during a Relegation Playoff

ABRAHAM BATALLA GAVALDÀ^{1*}
ANA MARÍA BOFILL RÓDENAS²
RAÚL MONTOLIU COLÁS³
FRANCISCO CORBI SOLER⁴

¹ National Institute of Physical Education of Catalonia, University of Lleida (Spain)

² Department of Medical Sciences. School of Medicine. University of Girona (Spain)

³ Institute of New Imaging Technologies. Jaume I University (Valencia, Spain)

⁴ Human Movement Research Group. National Institute of Physical Education of Catalonia, University of Lleida (Spain)

* Correspondence: Abraham Batalla Gavalda (gavalda13@gmail.com)

Relació entre la freqüència cardíaca i el marcador durant una fase de descens

ABRAHAM BATALLA GAVALDÀ^{1*}
ANA MARÍA BOFILL RÓDENAS²
RAÚL MONTOLIU COLÁS³
FRANCISCO CORBI SOLER⁴

¹ Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Universitat de Lleida (Espanya)

² Departament de Ciències Mèdiques. Facultat de Medicina. Universitat de Girona (Espanya)

³ Institut de Noves Tecnologies de la Imatge. Universitat Jaume I (València, Espanya)

⁴ Grup de Recerca de Moviment Humà. Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Universitat de Lleida (Espanya)

* Correspondència: Abraham Batalla Gavalda (gavalda13@gmail.com)

Abstract

In team sports, the study of heart rate (HR) is fundamental for optimizing performance and preventing injuries since it allows us to learn about some of the physiological demands generated by doing sport and the level of internal load. The purpose of this study was to explore the relationship between HR and the scoreboard for the game as well as the number of actions performed in each of the strata generated depending on the difference in points on the scoreboard in amateur basketball players during a relegation playoff. To do this HR was analyzed, following the principles proposed by McInnes, Carlson, Jones and McKenna (1995), in a sample of ten players ($n = 10$) in the Catalan Cup during the 10 competitive matches during a relegation playoff. Next, HR was related to the scoreboard and the duration of play actions at each moment during the game. The results show HR values that range between 88.9% and 92.2% of HR max. In addition, significant differences were observed with respect to the points difference on the scoreboard ($p < 0.05$) in each of the 3 strata analyzed. As for the relationship with the play time variables, significant differences were observed only in long possessions (17-24 s) ($p < 0.01$). The conclusions of this study suggest that the difference in points on the scoreboard and play actions lasting 17-24 s have a direct impact on HR, which changes as a function of the points difference and influences the physiological demands on the players.

Keywords: heart rate, basketball, women's sport, scoreboard

Resum

En els esports d'equip, l'estudi de la freqüència cardíaca (FC) resulta fonamental per a l'optimització del rendiment i la prevenció de lesions, ja que ens permet conèixer algunes de les demandes fisiològiques generades per la pràctica esportiva i el nivell de càrrega interna. L'objectiu del present estudi va ser conèixer la relació existent entre la FC i el marcador del partit, així com el nombre d'accions que es realitzen en cadascun dels estrats generats, en funció de la diferència de punts en el marcador en jugadores de bàsquet *amateur* durant una fase de descens. Per això, es va analitzar la FC seguint els criteris proposats per McInnes, Carlson, Jones i McKenna (1995) en una mostra de deu jugadores ($n = 10$) de Copa Catalunya, durant els 10 partits oficials d'una fase de descens. Seguidament, es va relacionar la FC amb el marcador i amb la durada de les accions de joc a cada moment del partit. Els resultats mostren valors de FC que fluctuen entre el 88.9% i el 92.2% de la FC màx. A més, es van observar diferències significatives quant a la diferència en el marcador ($p < 0.05$), en cadascun dels 3 estrats analitzats. Quant a la relació amb les variables temporals de joc, es van observar diferències significatives únicament en les possessions llargues (17-24 s) ($p < 0.01$). Les conclusions d'aquest estudi suggereixen que la diferència de punts en el marcador i les accions de joc de durada compresa entre els 17-24 s tenen una influència directa sobre la FC, modificant-se aquesta en funció de la diferència de punts i influint en les demandes fisiològiques de les jugadores.

Paraules clau: freqüència cardíaca, bàsquet, esport femení, marcador

Introduction

Monitoring training load in team sports is crucial for optimizing performance and preventing injuries since it provides us with a scientific explanation of the changes in the athlete's condition and enables us to anticipate the emergence of overtraining (Halson, 2014). To do this, we need to differentiate between the concepts of external and internal load. External load has been defined as the amount of work generated by the performance of a task and which can be objectified using quantifiable parameters such as distance, time, rhythm, mechanical power, acceleration, speed of performance or the number of specific actions; its measurement is independent of the internal characteristics of the athlete (Mujika, 2013; Wallace, Slattery, & Coutts, 2009). By contrast, internal load is the psychobiological response our body generates as a result of training or competition loads and is specific to each athlete and situation (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004; Impellizzeri, Rampinini, & Marcora, 2005). Although in both cases the information provided can be extremely useful for the coach, only internal load will regulate the process of physiological and metabolic adaptation in the athlete (Halson, 2014), thus making it possible to learn about the real impact a training task has on the body since equal external loads could generate very different internal loads.

Various methodologies have been proposed for assessing internal load: analysis of the hormonal profile (relationship between testosterone and cortisol) (Schelling, Calleja-González, Torres-Ronda, & Terrados, 2014); assessment of the concentration of metabolites in blood (lactate or ammonium) (Coutts, Reaburn, & Abt, 2003; Deustsch, Maw, Jenkins, & Reaburn, 1998; Matthew & Delextrat, 2009); recording various psychological factors such as subjective perceived exertion (Cuadrado-Reyes, Chiroso, Chiroso, Martín-Tamayo, & Aguilar-Martínez, 2012; Fuentes, Feu, Jiménez, & Calleja-González, 2013); and monitoring the evolution of HR (Casamichana & Castellano, 2010; Castagna, Impellizzeri, Chaouachi, Ben Abdelkrim, & Manzi, 2011; Tan, Polglaze, & Dawson, 2009).

Intensity analysis by evaluating HR stands out among all of them owing to its simplicity (Casamichana & Castellano, 2010; Castagna et al., 2011; Guével, Maïsetti, Prou, Dubois, & Marini, 1999;

Introducció

El monitoratge de la càrrega d'entrenament en els esports col·lectius resulta fonamental per a l'optimització del rendiment i la prevenció de lesions, ja que ens permet obtenir una explicació científica dels canvis apareguts en l'estat de forma de l'esportista i anticipar-nos a l'aparició del sobreentrenament (Halson, 2014). Per això, haurem de diferenciar entre els conceptes de càrrega externa i interna. La càrrega externa ha estat definida com la quantitat de treball que genera la realització d'una tasca i que pot ser objectivada a partir de paràmetres quantificables com la distància, el temps, el ritme, la potència mecànica, l'acceleració, la velocitat de realització o el nombre d'accions específiques, sent la seva mesura independent de les característiques internes de l'esportista (Mujika, 2013; Wallace, Slattery, & Coutts, 2009). Per la seva banda, la càrrega interna és la resposta psicobiològica generada pel nostre cos a les càrregues d'entrenament o de competició i és específica de cada esportista i situació (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004; Impellizzeri, Rampinini, & Marcora, 2005). Encara que en tots dos casos la informació proporcionada pot resultar extremadament útil per a l'entrenador, solament la càrrega interna és la que regularà el procés d'adaptació fisiològica i metabòlica en l'esportista (Halson, 2014), permetent conèixer l'efecte real que sobre l'organisme té una tasca d'entrenament, ja que càrregues externes iguals podrien generar càrregues internes molt diferents.

Diverses metodologies han estat proposades per a la valoració de la càrrega interna: l'anàlisi del perfil hormonal (relació entre testosterona i cortisol) (Schelling, Calleja-González, Torres-Ronda, & Terrados, 2014); la valoració de la concentració de metabòlits en sang (lactat o amoni) (Coutts, Reaburn, & Abt, 2003; Deustsch, Maw, Jenkins, & Reaburn, 1998; Matthew & Delextrat, 2009); el registre de diversos factors psicològics com la percepció subjectiva d'esforç (PSE) (Cuadrado-Reyes, Chiroso, Chiroso, Martín-Tamayo, & Aguilar-Martínez, 2012; Fuentes, Feu, Jiménez, & Calleja-González, 2013), o el monitoratge de l'evolució de la FC (Casamichana & Castellano, 2010; Castagna, Impellizzeri, Chaouachi, Ben Abdelkrim, & Manzi, 2011; Tan, Polglaze, & Dawson, 2009).

Entre totes elles, destaca per la seva simplicitat l'anàlisi de la intensitat a través de la valoració de la FC (Casamichana & Castellano, 2010; Castagna et al., 2011; Guével, Maïsetti, Prou, Dubois, & Marini, 1999; Stone & Kilding, 2009; Tan et al., 2009), gràcies, entre

Stone & Kilding, 2009; Tan et al., 2009), due among other factors to the relationship between HR and oxygen uptake under aerobic conditions and the ease with which it can be recorded (Hopkins, 1991; McArdle, Katch & Katch, 1991).

Thus HR has been used for example to monitor intensity in rugby (Coutts et al., 2003); water polo (Tan et al., 2009); football (Coutts et al., 2009; Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts, & Wisleff, 2009); futsal (Casamichana & Castellano, 2010; Castagna, D'Ottavio, Granda-Vera & Barbero-Álvarez, 2009); and basketball (Ben Abdelkrim, Castagna, El Fazaa, Tabka, & El Ati, 2009; Castagna et al., 2011; Matthew & Delextrat, 2009; Scanlan, Dascombe, Reaburn, & Dalbo, 2012; Rodríguez-Alonso, Fernández-García, Pérez-Landaluce & Terrados, 2003).

In addition, several authors have underscored the influence that psychological factors may have on variation in HR and noted how mood (Calmeiro & Tenenbaum, 2007), subjective perceived exertion (Cuadrado-Reyes et al., 2012) and stress level (Vargas, Nagy, Szirtes, & Porszász, 2016) may modify its evolution, which suggests the existence of a direct relationship between psychological and physiological factors.

Basketball is a collaboration and opposition sport characterised by continuous fluctuations in intensity levels which may reach a maximum (Ben Abdelkrim et al., 2009; Stone & Kilding, 2009; Ziv & Lidor, 2009). For example, several studies conducted in female populations have described heart rates between 169-183 bpm (Higgs, Riddell, & Barr, 1982; McArdle, Magel, & Kyvallos, 1971) and intensities of 84.5-89.0% of HR max, both in high school competition matches (Beam & Merrill, 1994; McArdle et al., 1971).

Despite the large number of studies, since the rules were changed in 2000 to reduce the shot clock to 24 seconds and the backcourt rule to eight seconds (Matthew & Delextrat, 2009) there have been few papers which have examined the intensity of play in women's basketball. Rodríguez-Alonso et al. (2003) registered values of 91.2% HR max in national players (WL1 Professionals; $n = 10$) and 94.4% HR max in internationals (Spanish basketball team; $n = 14$); Matthew & Delextrat (2009) obtained values of 92.5% HR max (BUCS university players; $n = 9$) and Scanlan et al. (2012) observed values of 82.4% (Queensland Basketball League; $n = 12$).

altres aspectes, a la relació existent entre aquesta i el consum d'oxigen en condicions aeròbiques i a la seva simplicitat de registre (Hopkins, 1991; McArdle, Katch & Katch, 1991).

Així per exemple, la FC ha estat utilitzada per al control de la intensitat en rugbi (Coutts et al., 2003); waterpolo (Tan et al., 2009); futbol (Coutts et al., 2009; Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts, & Wisleff, 2009); futbol sala (Casamichana & Castellano, 2010; Castagna, D'Ottavio, Granda-Vera & Barber-Álvarez, 2009), i en bàsquet (Ben Abdelkrim, Castagna, El Fazaa, Tabka, & El Ati, 2009; Castagna et al., 2011; Matthew & Delextrat, 2009; Scanlan, Dascombe, Reaburn, & Dalbo, 2012; Rodríguez-Alonso, Fernández-García, Pérez-Landaluce & Terrados, 2003).

A més, diversos autors han destacat la influència que els factors psicològics poden tenir en la variació de la FC, constatant com l'estat d'ànim (Calmeiro & Tenenbaum, 2007), la percepció subjectiva de l'esforç (Cuadrado-Reyes et al., 2012) o el nivell d'estrès (Vargas, Nagy, Szirtes, & Porszász, 2016) poden arribar a modificar la seva evolució, la qual cosa demostra l'existència d'una relació directa entre els factors psicològics i els fisiològics.

Per la seva banda, el bàsquet és un esport de col·laboració i oposició caracteritzat per contínues fluctuacions en els nivells d'intensitat, podent arribar aquesta a ser màxima (Ben Abdelkrim et al., 2009; Stone & Kilding, 2009; Ziv & Lidor, 2009). Així per exemple, diversos estudis realitzats en població femenina han descrit freqüències cardíques entre les 169-183 ppm (Higgs, Riddell, & Barr, 1982; McArdle, Magel, & Kyvallos, 1971) o intensitats del 84.5-89.0% de la FC màx, ambdues en partits de competició d'institut (Beam & Merrill, 1994; McArdle et al., 1971).

Malgrat la gran quantitat d'estudis existents, des que es va modificar el reglament l'any 2000, disminuint-se el temps de possessió a 24 s i el temps per passar a camp ofensiu a 8 s (Matthew & Delextrat, 2009), pocs són els estudis que han analitzat la intensitat de joc en bàsquet femení. Rodríguez-Alonso et al. (2003) van registrar valors del 91.2% de la FC màx en jugadores nacionals (LF1 Professionals; $n = 10$) i del 94.4% FC màx en internacionals (Selecció Espanyola de Bàsquet; $n = 14$); Matthew & Delextrat (2009) van obtenir valors del 92.5% de la FC màx (BUSA universitàries; $n = 9$) i Scanlan et al. (2012) van observar valors del 82.4% (Queensland Basketball League; $n = 12$).

Recently Torres-Ronda, Ric, Llabres-Torres, De Las Heras and Schelling (2016) have suggested that both the playing time/rest time ratio and the number of interventions made by the coach throughout the game are two of the aspects which affect HR, which points to a particular relationship between the time organization of actions and game intensity. Furthermore, Gómez, Lorenzo, Ibáñez and Sampaio (2013) argue that the most important factor in women's basketball during the last five minutes of the game is the contextual situation in which the match is played (fouls of each team, timeouts remaining, scoreboard, etc.). All this suggests that the scoreboard might directly affect HR due to its psychological effect on the players (Fessi et al., 2016) and its impact on technical, tactical and strategic situations (Sullivan et al., 2014).

In view of the foregoing, the objective of this study is to learn about the relationship between HR and the game scoreboard together with the number of actions in each of the strata generated based on the points difference on the scoreboard in amateur women basketball players during a relegation playoff.

Material and Method

Sample

The sample in this study was formed by ten amateur basketball players ($n=10$) (age: 21.3 ± 2.71 years; weight: 68.84 ± 11.21 kg; height: 177 ± 7 cm; body fat: $20.74 \pm 3.51\%$; experience: 10 ± 3.12 years). All of them did 3 weekly training sessions lasting 2 hours each, with 48 hours of recovery between them and a game at the weekend on either Saturday or Sunday depending on the calendar. In addition, they participated in this study without receiving any financial or in-kind compensation and signed an informed consent document. None of the participants in this study had suffered an injury during the 6 months prior to it, and nor were they taking any medication or following a diet or suffering from respiratory and/or metabolic disorders at the time it was conducted. This study was designed taking into account the principles of the 1975 Declaration of Helsinki, as revised in 2000.

Recentment, Torres-Ronda, Ric, Llabres-Torres, De las Heras i Schelling (2016) han suggerit que tant el ràtio, temps de joc/temps de descans com el nombre d'intervencions que realitza l'entrenador al llarg del partit són dos dels factors que afecten la FC, la qual cosa apunta a certa relació entre l'organització temporal de les accions i la intensitat de joc. D'altra banda, Gómez, Lorenzo, Ibáñez i Sampaio (2013) van suggerir que en el bàsquet femení, el factor més important durant els últims 5 minuts del partit és la situació contextual en la qual es desenvolupa el partit (faltes de cada equip, temps morts restants, marcador, etc.). Tot això, suggereix que el marcador podria influir directament sobre la FC, a causa de l'efecte psicològic que sobre els jugadors té (Fessi et al., 2016) i a les seves repercussions sobre les situacions tècniques, tàctiques i estratègiques (Sullivan et al., 2014).

Per tot això, l'objectiu d'aquest estudi és conèixer la relació existent entre la FC i el marcador del partit, així com el nombre d'accions en cadascun dels estrats generats en funció de la diferència de punts en el marcador en jugadores de bàsquet femení *amateur* durant una fase de descens.

Material i mètode

Mostra

La mostra d'aquest estudi va estar formada per deu jugadores ($n=10$) de bàsquet *amateur* (edat: 21.3 ± 2.71 anys; pes: 68.84 ± 11.21 kg; talla: 177 ± 7 cm; greix corporal: $20.74 \pm 3.51\%$; experiència: 10 ± 3.12 anys). Les 10 jugadores realitzaven 3 sessions setmanals d'entrenament de 2 h cadascuna, amb 48 h de recuperació entre aquestes i un partit durant el cap de setmana, que es disputava en dissabte o diumenge en funció del calendari. A més, van participar en aquest estudi sense rebre recompensa econòmica o en espècie i van signar un document de consentiment informat. Cap de les participants s'havia lesionat durant els 6 mesos previs a l'estudi, ni prenia cap tipus de medicació, ni seguia dieta alimentària, ni patia alteració respiratòria i/o metabòlica al moment de la seva realització. Aquest estudi es va dissenyar tenint en compte els principis de la Declaració d'Hèlsinki de 1975, revisada l'any 2000.

Instruments

HR was recorded during matches by 10 Suunto Team Pack® heart rate monitors and the information was gathered in real time by a Suunto Team Pod® unit. The heart rate monitors were fitted 10 minutes before the start of the warm-up following the manufacturer's instructions. All the evaluations were carried out under similar temperature and relative humidity conditions.

The matches were recorded by 2 cameras (JVC-GZ620SE 60GB HDD Hong Kong, China) sited in an elevated position so as to record half the court. The cameras were synchronized with the heart rate monitors by sound and visual signal. The synchronization was repeated at the beginning and end of each quarter. Video analysis was conducted second-by-second and with a precision of 0.04 s. The images were analyzed using the Kinovea 0.8.15 free software program.

Procedures

Two weeks before the start of the study, the anthropometric characteristics of each of the participants were recorded – height (m), weight (kg), body fat percentage (%) and HR max – using an incremental field test (Rodríguez-Alonso et al., 2003) (*Table 1*).

Next the ten (10) matches in the relegation playoff in the Women's Catalan Cup (the highest category of Catalan competition) were selected. Five matches were analyzed as the home team and five as the away team over three months, with the time elapsed between the start and end of the study estimated at 70 calendar days.

Instruments

La FC durant els partits va ser registrada mitjançant 10 pulsòmetres Suunto TeamPack®, i la informació va ser recollida en temps real per una unitat Suunto Team Pod®. Els pulsòmetres van ser col·locats 10 minuts abans de l'inici de l'escalfament seguint les indicacions del fabricant. Totes les valoracions van ser realitzades en condicions de temperatura i humitat relativa similar.

Els partits van ser registrats mitjançant 2 càmeres de filmació (JVC-GZ620ES 60GB HDD Hong Kong, Xina) col·locades en una posició elevada que permetés enregistrar mitja pista. Les càmeres van ser sincronitzades amb els pulsòmetres mitjançant senyal acústic i visual. La sincronització es va repetir a l'inici i al final de cada quart. L'anàlisi del vídeo es va realitzar segon a segon i amb una precisió de 0.04 s. Per a l'anàlisi de les imatges es va utilitzar el programa de programari lliure Kinovea 0.8.15.

Procediments

Dues setmanes abans de l'inici de l'estudi, es van registrar les característiques antropomètriques de cadascuna de les participants: talla (m), pes (kg), percentatge de greix corporal (%) i FC màx mitjançant un test de camp incremental (Rodríguez-Alonso et al., 2003) (*taula 1*).

Seguidament, es van seleccionar els deu (10) partits de la fase de descens de Copa Catalunya Femenina (màxima categoria de competició catalana). Es van analitzar 5 partits com a local i 5 com a visitant, durant tres mesos, estimant el temps transcorregut entre l'inici i el final de l'estudi en 70 dies naturals.

Participant Participant	Game position Posició de joc	Age (years) Edat (anys)	Height (m) Altura (m)	Weight (kg) Pes corporal (kg)	HR max (bpm) FC màx (ppm)	Body fat* (%) Greix corporal* (%)
1	SF A	19	1.79	65.5	205	16.8
2	PG B	24	1.68	50.7	199	14.9
3	C P	20	1.85	95.6	197	26.7
4	PF A-P	22	1.80	66.6	192	21.3
5	PG B	21	1.67	67.2	205	23.7
6	SF A	18	1.84	65.0	195	19.5
7	C P	24	1.88	73.8	205	18.5
8	PF A-P	18	1.82	67.8	200	22.7
9	SF A	26	1.70	64.5	197	20.1
10	SF A	21	1.75	71.7	195	23.2
Mean Mitjana		21.3	1.778	68.84	199	20.74
SD DE		2.71	0.074	11.21	4.69	3.51

HR max: maximum heart rate; PG: point guard; SF: small forward; PF: power forward; C: center; SD: standard deviation.
 * Taken by an HBF-306-E meter (Omron Healthcare Europe, B.V) with a 0.1% error.
 FC màx.: freqüència cardíaca màxima; B: base; A: aler; A-P: ala-pivot; P: pivot; DE: desviació estàndard.
 * Presa mitjançant un medidor HBF-306-E (Omron Healthcare Europe, B.V) amb un error de 0.1%.

Table 1. Results of the individual tests prior to the study

Taula 1. Resultats del test individual previ a l'estudi

The participants did not eat solid food during the two hours prior to competition and only drank water before and during the match *ad libitum*.

Sound and visual synchronization of the recorded images and HR was followed by manual second-by-second analysis of what was taking place for each of the analyzed players to generate a database in which HR, the activity each player was performing and the scoreboard were indicated for each of the seconds in the game.

The classification proposed by McInnes, Carlson, Jones and McKenna (1995) was used for the time analysis. This classification uses Live Time (LT) as the basic unit of analysis and which is defined as the time during which the player is on the court with the ball in play and the clock running. LT in turn was divided into four quarters (Q) of play, and these quarters into possessions that were time-differentiated into short (0–8 s), medium (+9 s–16 s) and long (+17 s–24 s).

In addition, LT was also stratified according to the difference in points on the scoreboard with the following classification: difference ≤ -4 points (losing by more than one possession); difference between $[-3, +3]$ points (one possession), and $\geq +4$ points (winning by more than one possession). This stratification was selected considering that the maximum points difference which can be achieved in a single possession is 4 (a situation in which a three-pointer is scored, the player receives a personal foul and scores the additional free throw). Consequently a difference of more than 4 points will necessarily require at least two offensive possessions.

Finally, the number of time-differentiated possessions registered in each of the strata was analyzed which made it possible to observe the type of possessions that each team had depending on the points difference on the scoreboard.

Statistical Analysis

First the sample size was calculated using the G Power 3 program. Objectivity and reproducibility were also calculated in a total of 3,614 registered actions using the kappa index.

Next descriptive analysis of HR was carried out in which the mean, standard deviation and rank of each of the strata studied were analyzed. Subsequently, the number of actions of each type of possession was calculated for each of the defined time strata.

Les participants no van ingerir menjar sòlid durant les dues hores prèvies a la competició, només van beure aigua abans i durant el partit *ad libitum*.

Després de la sincronització auditiva i visual de les imatges gravades i de la FC, es va procedir a l'anàlisi manual i segon a segon del que estava succeint per a cadascuna de les jugadores analitzades, generant-se una base de dades on s'indicava per a cadascun dels segons del partit la FC obtinguda, l'activitat que estava realitzant cada jugadora i el marcador.

Per a la realització de l'anàlisi temporal es va utilitzar la classificació proposada per McInnes, Carlson, Jones & McKenna (1995). Aquesta classificació utilitza com a unitat bàsica d'anàlisi el Live Time (LT), que es defineix com el temps durant el qual la jugadora es troba en pista amb la pilota en joc i el cronòmetre en marxa. El LT, al seu torn, va ser dividit en quatre quarts (Q) de joc (quarts), i aquests al seu torn en possessions que es van diferenciar temporalment en possessions curtes (0-8 s), mitjanes (+9 s-16 s) i llargues (+17 s-24 s).

A més, l'LT també es va estratificar en funció de la diferència de punts en el marcador, establint-se la següent classificació: diferència ≤ -4 punts (perdent de més d'una possessió); diferència entre $[-3, +3]$ punts (una possessió) i $\geq +4$ punts (guanyant de més d'una possessió). Aquesta estratificació va ser seleccionada en considerar-se que per a una sola possessió la màxima diferència de punts que pot aconseguir-se és de 4 (situació en la qual s'anoti un tir triple, el jugador rebí una falta personal i anoti el tir lliure addicional). Per tant, una diferència major a 4 punts necessitarà obligatòriament de la realització de dues possessions ofensives.

Finalment, es van analitzar el nombre de possessions diferenciades temporalment i registrades en cadascun dels estrats, la qual cosa va permetre observar el tipus de possessions que realitzava cada equip en funció de la diferència en el marcador.

Anàlisi estadística

En primer lloc, es va calcular la mida de la mostra mitjançant el programa G Power 3. Així mateix, es va calcular l'objectivitat i reproductibilitat en un total de 3614 accions registrades amb l'índex kappa.

Seguidament, es va realitzar una anàlisi descriptiva de la FC, on es va analitzar la mitjana, la desviació estàndard i el rang de cadascun dels estrats estudiats. Posteriorment, es va calcular el nombre d'accions de cada tipus de possessió per a cadascun dels estrats temporals definits.

To verify the existence of differences between the various factors studied, several variance studies were carried out using one-, two- or three-way ANOVA depending on the case. In all cases the Matlab program (version R2009a) was used with the ANOVA 1, ANOVA 2 and ANOVA n functions as appropriate.

Results

In the calculation of the sample size it was found that 46 records were needed for a statistical power of 80% and an error $\alpha=0.05$. In this study, 69 analysis units were finally registered which ensured the representativeness of the sample and avoided loss of power due to the existence of possible missing values. In addition, inter- and intra-observer variability was calculated, obtaining an objectivity value of 0.998 and a reproducibility value of 0.996.

Table 1 shows the results of the prior individual tests for each of the participants.

As for LT, values were observed that fluctuated between 88% and 92% of HR max (Table 2). The highest HR were in the “winning by 2 possessions” stratum during the first and second periods ($90.81 \pm 6.64\%$ HR max and $91.46 \pm 2.35\%$ HR max, respectively), moving to the central stratum in the third ($92.29 \pm 3.43\%$ HR max), and ending in the “losing by 2 possessions” stratum in the last period ($90.36 \pm 2.49\%$ HR max). The statistical analysis showed that there were no significant differences with respect to the quarter ($F = 1.13$; $p=0.3368$) although there were as regards the points difference ($F = 3.51$; $p < 0.05$).

Subsequently, the number of possessions in each of the strata and quarters was analyzed in order to assess whether the significant differences came from the number of actions or the points difference on the scoreboard.

Per comprovar l'existència de diferències entre els diversos factors estudiats, es van realitzar diversos estudis de la variància mitjançant Anova d'una, dues o tres vies segons el cas. En tots els casos, s'ha utilitzat el programa Matlab (versió R2009a) usant les funcions Anova 1, Anova 2 i Anova n, depenent del cas.

Resultats

En el càlcul de la mida de la mostra es va obtenir que per a una potència estadística del 80% i un error $\alpha = 0.05$ es necessitaven 46 registres. En aquest estudi, finalment es van registrar 69 unitats d'anàlisi, la qual cosa garantia la representativitat de la mostra i evitava la pèrdua de potència, fruit de la possible existència de valors perduts. D'altra banda, es va calcular la variabilitat inter i intraobservador, obtenint-se un valor d'objectivitat de 0.998 i un de reproductibilitat de 0.996.

A la taula 1 poden consultar-se els resultats del test individual previ per a cadascuna de les participants.

Respecte al LT es van observar valors que van fluctuar entre el 88% i el 92% de la FC màx (taula 2). Les FC més elevades es van situar en l'estrat de “guanyant de 2 possessions” durant el primer i segon període ($90.81 \pm 6.64\%$ FC màx i $91.46 \pm 2.35\%$ FC màx, respectivament), desplaçant-se a l'estrat central en el tercer ($92.29 \pm 3.43\%$ FC màx), i finalitzant en l'estrat de “perdent de 2 possessions” en l'últim període ($90.36 \pm 2.49\%$ FC màx). L'anàlisi estadística va mostrar que no es van trobar diferències significatives respecte al quart ($F = 1.13$; $p = 0.3368$), però sí pel que fa a la diferència de punts ($F = 3.51$; $p < 0.05$).

Posteriorment, es va analitzar el nombre de possessions que es realitzaven en cadascun dels estrats i dels quarts, amb la intenció de poder valorar si les diferències significatives provenien del nombre d'accions o de la diferència de punts en el marcador.

Quarter Quart	Losing by 2 possessions Losing > -4 points Perdent 2 possessions Perdent > -4 punts	1 possession difference between -3 and +3 points 1 possessió de diferència entre -3 i +3 punts	Winning by 2 possessions Winning > +4 points Guanyant de 2 possessions Guanyant > +4 punts
1	90.20 ± 4.36 (82.52 - 96.73)	88.89 ± 5.40 (72.26 - 96.40)	90.81 ± 6.64 (65.18 - 96.93)
2	90.27 ± 4.20 (78.80 - 96.04)	90.63 ± 2.60 (85.59 - 95.75)	91.46 ± 2.35 (87.11 - 95.25)
3	89.57 ± 3.44 (75.62 - 94.67)	92.29 ± 3.43 (85.13 - 98.03)	89.77 ± 3.55 (79.19 - 94.37)
4	90.36 ± 2.49 (84.61 - 95.45)	88.92 ± 4.79 (79.02 - 96.32)	89.36 ± 3.59 (80.37 - 96.10)

Table 2. Mean values of HR max % \pm SD (maximum value - minimum value) in the 10 games for each stratum analyzed (LT) and depending on the difference in the score

Taula 2. Valors mitjans % de la FC màx. \pm DE (valor màxim - valor mínim) dels 10 partits per cada estrat analitzat (LT) i en funció de la diferència en el marcador

	Number of possessions Nombre de possessions		
	Possession 0-8 s Possessió 0-8 s	Possession 9-16 s Possessió 9-16 s	Possession 17-24 s Possessió 17-24 s
Losing by 4 or more 1Q Perdent de 4 o més Q1	4.64 ± 2.77	7.79 ± 4.09	5.74 ± 2.07
Losing by 4 or more 2Q Perdent de 4 o més Q2	4.97 ± 3.26	7.91 ± 5.19	6.03 ± 4.53
Losing by 4 or more 3Q Perdent de 4 o més Q3	5.55 ± 3.09	8.50 ± 4.52	6.13 ± 2.68
Losing by 4 or more 4Q Perdent de 4 o més Q4	7.86 ± 5.26	8.91 ± 4.70	6.70 ± 2.98
Between -3 and +3 1Q Entre -3 i +3 Q1	4.48 ± 3.42	7.23 ± 4.95	4.14 ± 2.62
Between -3 and +3 2Q Entre -3 i +3 Q2	3.07 ± 1.83	6.12 ± 2.80	2.00 ± 1.52
Between -3 and +3 3Q Entre -3 i +3 Q3	3.00 ± 2.08	2.86 ± 2.03	3.71 ± 1.69
Between -3 and +3 4Q Entre -3 i +3 Q4	4.96 ± 4.25	5.91 ± 3.82	3.29 ± 2.53
Winning by 4 or more 1Q Guanyant de 4 o més Q1	3.59 ± 1.89	5.68 ± 3.33	4.78 ± 3.14
Winning by 4 or more 2Q Guanyant de 4 o més Q2	5.19 ± 2.90	10.29 ± 5.62	5.18 ± 3.23
Winning by 4 or more 3Q Guanyant de 4 o més Q3	6.38 ± 4.07	12.42 ± 7.09	6.68 ± 3.84
Winning by 4 or more 4Q Guanyant de 4 o més Q4	5.00 ± 3.80	6.83 ± 5.65	4.96 ± 3.86

Table 3. Number of mean actions (mean ± SD) in the 10 games for each of the quarters and for each possession length: short (0-8 s), medium (9-16 s) and long (17-24 s)

Taula 3. Nombre d'accions mitjanes (mitjana ± DE) dels 10 partits, per a cadascun dels quarts i per a cada durada de possessió: curtes (0-8 s), mitjanes (9-16 s) i llargues (17-24 s)

The values obtained (Table 3) showed a predominance of mean possessions in all strata, with values of up to 12.42 possessions per quarter in the “winning by 4 or more” stratum in the third quarter. Short possessions ranged between 3.00 and 7.86 possessions per quarter, while long possessions varied between 2.00 and 6.70 possessions per quarter. Significant differences were only found in the case of long possessions ($p < 0.01$) and not in short and medium ones ($p > 0.3$).

Els valors obtinguts (taula 3) van mostrar un predomini de les possessions mitjanes en tots els estrats, observant-se valors de fins a 12.42 possessions per quart, en l'estrat de “guanyant de 4 o més” del tercer quart. Les possessions curtes van fluctuar entre les 3.00 i les 7.86 possessions per quart, mentre que les possessions llargues, entre les 2.00 i les 6.70 possessions per quart. Quant a les diferències significatives, solament es van trobar diferències significatives en el cas de les possessions llargues ($p < 0.01$), però no en les possessions curtes i mitjanes ($p > 0.3$).

Discussion and Conclusions

Analysis of the physiological demands that basketball players show throughout a game provides extremely useful information when it comes to tailoring training to the individual needs of each athlete. HR analysis is one of the most used methodologies for finding out these demands since it enables us to learn about the level of intensity achieved by each player, thus allowing evaluation of the effects that training has on them and assisting with individualized adaptation of training loads depending on game position (Klusemann, Pyne, Foster, & Drinkwater, 2012). Rodríguez-Alonso et al. (2003) found that HR varied significantly depending on game position, observing the highest absolute HR values for point guard (185 ± 5.9 bpm) and the lowest for center (167 ± 12 bpm) while obtaining average HR values of 91.2% of HR max. Similarly, Matthew & Delextrat (2009)

Discussió i conclusions

L'anàlisi de les demandes fisiològiques que les jugadores de bàsquet manifesten al llarg d'un partit aporta una informació molt útil a l'hora de poder adaptar els entrenaments a les necessitats individuals de cada esportista. Per conèixer aquestes demandes, l'anàlisi de la FC és una de les metodologies més utilitzades, ja que ens permet conèixer el nivell d'intensitat desenvolupat per cada jugador, permetent la valoració dels efectes que els entrenaments tenen sobre ells i facilitant l'adaptació individualitzada de les càrregues d'entrenament en funció de la posició de joc (Klusemann, Pyne, Foster, & Drinkwater, 2012). En aquest sentit, Rodríguez-Alonso et al. (2003) van constatar que la FC variava de forma significativa en funció de la posició de joc, observant-se els valors absoluts de FC més elevats en la posició de base (185 ± 5.9 ppm) i els més baixos en la posició de pivot (167 ± 12 ppm),

obtained values of 92.5% HR max when analyzing 9 players during 9 university league matches in Britain. In our study the values obtained were between 88% and 92% of HR max, more specifically between $88.57 \pm 5.15\%$ of HR max and $91.53 \pm 3.75\%$ of HR max (Battle, Corbi, Bofill, & Planas, 2013), which are similar to the findings of other studies (Rodríguez-Alonso et al., 2003; Matthew & Delestrat, 2009).

The results of our study suggest the existence of a direct relationship between the game scoreboard and the HR levels reached by the players ($F = 3.51$, $p < 0.05$), with these differences not being observed depending on the period of play ($F = 1.13$; $p = 0.3368$). This suggests that the score at each moment of the game will not only have a direct impact on technical, tactical and strategic decisions, but will also influence the HR levels reached. This direct relationship with technical, tactical and strategic actions has been analyzed in other sports such as football by Heuer and Rubner (2012). After observing and analyzing men's football teams they confirmed that prior game actions directly affect subsequent actions and that the latter gain in impact as we approach the end of the match. Furthermore, after analyzing a number of matches in men's Australian football, Sullivan et al. (2014) suggested that the scoreboard might directly affect the type of actions that will be performed. For example, they note that when a team is ahead on the scoreboard, the number of technical actions seems to have a tendency to increase while high-speed actions stay the same or decrease. By contrast, when the team is behind on the scoreboard, it appears that the physical component takes on greater significance (mainly in high-speed actions > 14 kph and in the number of sprints per minute), observing faster actions of shorter duration (Sullivan et al., 2014).

In addition, the fact that the scoreboard modifies technical, tactical and strategic actions seems to directly condition the physiological needs of the players, since if technical and high-speed actions decrease when ahead on the scoreboard, HR should do so too, while when behind on the scoreboard, the increase in the number of short and high-intensity actions will lead to a rise in HR, which will consequently increase their physiological demands.

i obtenint-se uns valors mitjans de FC del 91.2% de la FC màx. De forma similar, Matthew & Delestrat (2009) van obtenir valors del 92.5% FC màx en analitzar 9 jugadors durant 9 partits de lliga universitària d'Anglaterra. En aquest estudi els valors obtinguts es van situar entre el 88% i el 92% de la FC màx, més concretament entre el $88.57 \pm 5.15\%$ de la FC màx i el $91.53 \pm 3.75\%$ de la FC màx (Batalla, Corbi, Bofill, & Planas, 2013), sent aquests similars als que s'observen en altres treballs (Rodríguez-Alonso et al., 2003; Matthew & Delestrat, 2009).

Els resultats d'aquest treball suggereixen l'existència d'una relació directa entre el marcador del partit i els nivells de FC aconseguits per les jugadores ($F = 3.51$; $p < 0.05$), no observant-se aquestes diferències en funció del període de joc ($F = 1.13$; $p = 0.3368$). Aquest fet suggereix que el resultat existent a cada moment del partit no solament tindrà una repercussió directa en les decisions tècniques, tàctiques i estratègiques, sinó que també influirà en els nivells de FC aconseguits. Aquesta relació directa sobre les accions tècniques, tàctiques i estratègiques ha estat analitzada en altres esports com el futbol per Heuer & Rubner (2012). Aquests autors, després d'observar i analitzar equips de futbol masculí van constatar que les accions de joc prèvies afecten directament a les accions posteriors i que aquestes guanyen en repercussió a mesura que ens acostem al final del partit. A més, Sullivan et al. (2014), després d'analitzar diversos partits en el futbol australià masculí, van suggerir que el marcador podria afectar directament al tipus d'accions que van a desenvolupar-se. Per exemple, els autors van indicar que quan un equip va per davant en el marcador, el nombre d'accions tècniques sembla que té tendència a augmentar, mentre que les accions d'alta velocitat es mantenen o disminueixen. Per contra, quan l'equip va per darrere en el marcador, sembla que és el component físic el que adquireix major rellevància (principalment en les accions d'alta velocitat > 14 km/h i en el nombre d'esprints per minut), observant-se accions més ràpides i de menor durada (Sullivan et al., 2014).

A més, el fet que el marcador modifiqui les accions tècniques, tàctiques i estratègiques sembla condicionar directament les necessitats fisiològiques dels jugadors, ja que si les accions tècniques i les accions d'alta velocitat disminueixen quan el marcador és favorable, la FC també hauria de fer-ho, mentre que quan el marcador sigui desfavorable, l'augment del nombre d'accions curtes i d'alta intensitat provocarà un augment de la FC, la qual

Furthermore, it also seems that the time in the season also influences the change in mood (Fessi et al, 2016) and the level of physiological load (Jeong et al., 2011) which in turn are dependent on how important the game is. Moreira, McGuigan, Arruda, Freitas and Aoki (2012) compared blood cortisol levels and the level of perceived exertion between competitive and practice games in a population of young elite players and confirmed that the levels were higher when the game was competitive. In our study, the fact that the records were taken during a relegation playoff might have influenced heart rate since the team's situation could have directly affected change in mood. Unfortunately, it is not possible to explain whether the observed differences in heart rate are the result of physiological or psychological factors. Future studies are needed in which both effects are analyzed in conjunction.

In addition, in this study the average number of possessions was calculated based on the scoreboard, the quarter and the type of possession (short lasting 0-8 s, average lasting 9-16 s and long lasting 17-24 s) in order to find out whether the differences observed previously in the differentiation by strata came from the different types of possession or if they were really only the outcome of the points difference. The results of our analysis show that there are only significant differences in long possessions with respect to the number of possessions ($p < 0.01$), which suggests that the differences only come from the game score when the possessions are short or medium in length. These results should be interpreted with caution, since the physiological effect of short and medium duration actions will depend enormously on the intensity at which they are performed (Wiewelhove et al., 2016), the duration of the recovery breaks between actions (Nikolaidis, Meletakos, Tasiopoulos, Kostoulas, & Ganavias, 2016; Padulo, Tabben et al., 2015), the type of opposition put up by the other team (Sánchez-Sánchez et al., 2016), the characteristics of the type of displacement (straight-line actions or change of direction) (Padulo, Laffaye et al., 2015) and the type of movement pattern performed (Tomazin, Morin, & Millet, 2016), which makes the type of actions highly variable.

Additionally, the results obtained in this study suggest that medium and long actions predominate in

cosa incrementarà consegüentment les seves demandes fisiològiques.

D'altra banda, sembla que el moment de la temporada també sembla influir en el canvi dels estats d'ànim (Fessi et al, 2016) i en el nivell de càrrega fisiològica (Jeong et al., 2011) la que al seu torn depèn del nivell d'importància del partit. Moreira, McGuigan, Arruda, Freitas i Aoki (2012) van comparar els nivells de cortisol sanguini i el nivell de percepció d'esforç entre partits oficials i simulats, en una població de jugadors d'elit joves, constatant que els nivells eren majors quan el partit era oficial. En aquest estudi, el fet que els registres es prenguessin durant una fase de descens, podria haver influït en la freqüència cardíaca, ja que la situació en la qual es trobava l'equip podria haver tingut efectes directes sobre la modificació dels estats d'ànim. Desafortunadament, no es pot explicar si les diferències observades en la freqüència cardíaca són fruit de factors fisiològics o psicològics. Es necessiten més estudis en els quals s'analitzin de forma combinada tots dos efectes.

D'altra banda, en aquest estudi es va calcular el nombre mitjà de possessions que es produïen en funció del marcador, del quart, i del tipus de possessions (curtes de 0-8 s, mitjanes de 9-16 s i llargues de 17-24 s), amb la intenció de conèixer si les diferències observades anteriorment en la diferenciació per estrats provenien dels diferents tipus de possessions o si realment eren fruit únicament de la diferència de punts. Els resultats de l'anàlisi mostren que solament existeixen diferències significatives en les possessions llargues respecte al nombre de possessions ($p < 0.01$), la qual cosa suggereix que les diferències únicament provenen del resultat del partit, quan les possessions són curtes o mitjanes. Aquests resultats s'haurien d'interpretar amb cautela, ja que l'efecte fisiològic de les accions de curta i mitjana durada dependrà enormement de la intensitat a la qual es desenvolupin (Wiewelhove et al., 2016), de la durada de les pauses de recuperació entre accions (Nikolaidis, Meletakos, Tasiopoulos, Kostoulas, & Ganavias, 2016; Padulo, Tabben et al., 2015), del tipus d'oposició que realitzen els contraris (Sánchez-Sánchez et al., 2016), de les característiques del tipus de desplaçament (accions lineals o amb canvi de direcció) (Padulo, Laffaye et al., 2015), o del tipus de patró de moviment realitzat (Tomazin, Morin, & Millet, 2016), la qual cosa fa altament variable el tipus d'accions.

A més a més, els resultats que s'han obtingut suggereixen que en el primer, segon i tercer període

the first, second and third periods while in the last period the predominant actions are medium and short, the latter being more abundant (7.86 ± 5.26 possessions per quarter) when losing by more than 1 possession or when ahead on the scoreboard by more than one possession (5.00 ± 3.80 possessions per quarter). This might indicate a tendency for play to accelerate when either team goes behind on the scoreboard as the time available runs out.

Similarly, the relationship between the scoreboard and technical and tactical components has also been analyzed in other sports such as water polo. Recently, Ruano, Serna, Lupo and Sampaio (2016) observed that the score at the beginning of each quarter affected both the tactical position of the athletes and the type of opposition presented by the opposing team. Likewise, Sullivan et al. (2014) found in football that technical actions, high-intensity tactical actions and breaks are modified depending on whether the team is winning or losing. All this suggests that in collaborative-opposition sports (Ziv & Lidor, 2009) the scoreboard affects the technical, tactical and strategic behavior of teams, which in turn will impact the length of possessions and therefore the physiological demands on the athletes.

The conclusions of this study suggest that the difference in points on the scoreboard has a direct impact on the HR of the players during a relegation playoff, since HR varies significantly as a function of the latter. In addition, knowledge of the number of actions that occur in each stratum together with the change in HR as a function of the difference on the scoreboard during each of the periods provides valuable information when planning training sessions, and this would make it possible to conduct highly specific work tailored to real game situations.

Finally, it should be noted that there are certain limitations in this study. First of all it has to be borne in mind that although heart rate is a valid marker which is reliable and simple to assess, it can be modified by numerous factors. For example, aspects such as the timing of the menstrual cycle, the level of body hydration and the level of stress could directly influence its modification (Pross et al., 2013, Liu et al., 2013). Borresen and Lambert (2009) found that the influence of these factors could modify submaximal heart rate by up to 6.5%. This means that in future studies it will be necessary to

predominen les accions mitjanes i llargues, mentre que en l'últim període les accions que predominen són les mitjanes i curtes sent aquestes últimes més abundants (7.86 ± 5.26 possessions per quart) quan es va perdent de més d'una possessió o quan es va per davant en el marcador per més d'una possessió (5.00 ± 3.80 possessions per quart), la qual cosa podria suggerir una tendència al fet que el joc s'acceleri quan qualsevol dels dos equips va per darrere en el marcador a mesura que el temps disponible s'esgota.

De forma similar, l'anàlisi del marcador en relació amb els components tècnics i tàctics també ha estat analitzat en altres esports com el waterpolo. Recentment, Ruano, Serna, Lupo i Sampaio (2016) van observar que el resultat a l'inici de cada quart afectava tant a la col·locació tàctica dels esportistes com al tipus d'oposició que presentava l'equip rival. De forma semblant, Sullivan et al. (2014) van constatar en futbol que les accions tècniques, les accions tàctiques d'alta intensitat i les pauses es modifiquen en funció de si vas guanyant o perdent. Tot això suggereix que en esports de col·laboració-oposició (Ziv & Lidor, 2009), el marcador afecta el comportament tècnic, tàctic i estratègic dels equips, la qual cosa repercutirà en la durada de les possessions i, per tant, en les demandes fisiològica de les esportistes.

Les conclusions d'aquest estudi suggereixen que la diferència en el marcador té una influència directa sobre la FC de les jugadores durant una fase de descens, ja que en funció d'aquesta la FC varia de forma significativa. A més, el coneixement del nombre d'accions que es produeixen en cada estrat, conjuntament amb la modificació de la FC en funció de la diferència en el marcador durant cadascun dels períodes, aporta una informació valuosa a l'hora de poder planificar els entrenaments, la qual cosa permetria realitzar un treball altament específic i adaptat a les situacions reals de joc.

Finalment, cal assenyalar que existeixen certes limitacions en aquest estudi: en primer lloc cal recordar que la freqüència cardíaca, encara que és un marcador vàlid, fiable i senzill de valorar, pot veure's modificada per multitud de factors. Així per exemple, aspectes com el moment del cicle menstrual, el nivell d'hidratació corporal i el nivell d'estrès, entre uns altres, podrien influir directament en la seva modificació (Pross et al., 2013; Liu et al., 2013). Borresen i Lambert (2009) van constatar que fruit de la influència d'aquests factors, la freqüència cardíaca submàxima podia veure's modificada fins a un 6.5%. Aquest fet comporta que en futurs estudis sigui necessària la creació de models multivariants

build multivariate models which make it possible to explain the interrelation between the factors which might influence heart rate more specifically. Furthermore, it would have been useful to have analyzed other types of physiological variables such as the level of lactic acid or cortisol in blood (Coutts et al., 2009). In both cases assessing them was ruled out in order to be as less invasive as possible since it was an official competition in which both teams were playing to stay up in their division.

Conflict of Interests

No conflict of interest was reported by the authors.

References | Referències

- Batalla, A., Corbi, F., Bofill, A. M., & Planas, A. (2013). Evolución de la frecuencia cardíaca en un equipo de baloncesto femenino durante un play-off de descenso. *Revista Internacional de Deportes Colectivos* (I Congreso Internacional de Actividad Física y Deporte), 111-117.
- Beam, W. C., & Merrill, T. L. (1994). Analysis of heart rates recorded during female collegiate basketball. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, S66. doi:10.1249/00005768-199405001-00373
- Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., El Fazaa, S., Tabka, Z., & El Ati, J. (2009). Blood metabolites during basketball competitions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3), 765-773. doi:10.1519/JSC.0b013e3181a2d8fc
- Borresen, J., & Lambert, M.I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39, 779-795. doi:10.2165/11317780-000000000-00000
- Calmeiro, L., & Tenenbaum, G. (2007). Fluctuations of cognitive-emotional states during competition: An idiographic approach. *Revista de Psicología del Deporte*, 16(1), 85-100.
- Casamichana, D., & Castellano, J. (2010). Time-Motion, heart rate, perceptual and motor behavior demands in small-sides soccer games: Effects and pitch size. *Journal of Sport Science*, 28(14), 1615-1623. doi:10.1080/02640414.2010.521168
- Castagna, C., D'Ottavio, S., Granda-Vera, J., & Barbero-Álvarez, J. C. (2009). Match demands of professional futsal: A case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 490-494. doi:10.1016/j.jsams.2008.02.001
- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Ben Abdelkrim, N., & Manzi, V. (2011). Physiological responses to ball drills in regional level male basketball players. *Journal of Sport Sciences*, 29(12), 1329-1336. doi:10.1080/02640414.2011.597418
- Coutts, A. J., Reaburn, P., & Abt, G. (2003). Heart rate, blood lactate concentration and estimated energy expenditure in a semi-professional rugby league team during a match: A case study. *Journal of Sport Sciences*, 21, 97-103. doi:10.1080/0264041031000070831
- Coutts, A. J., Rampinini, E., Marcoca, S. M., Castagna, C., & Impellizzeri, F. M. (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. doi:10.1016/j.jsams.2007.08.005
- Cuadrado-Reyes, J., Chiroso, L. J., Chiroso, I. J., Martín-Tamayo, I., & Aguilar-Martínez, D. (2012). La percepción subjetiva del esfuerzo para el control de la carga de entrenamiento en una temporada en un equipo de balonmano. *Revista de Psicología del Deporte*, 21(2), 331-339.
- Deustsch, M. U., Maw, G. J., Jenkins, D., & Reaburn, P., (1998). Heart rate, blood lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union players during competition. *Journal of Sport Sciences*, 16, 561-570. doi:10.1080/026404198366524
- Fessi, M. S., Noura, S., Dellal, A., Owen, A., Elloumi, M., & Moalla, W. (2016). Changes of the psychophysical state and feeling of wellness of professional soccer players during pre-season and in-season periods. *Research Sports Medicine*, 30, 1-12. doi:10.1080/15438627.2016.1222278
- Fuentes, M., Feu, S., Jiménez, C., & Calleja-González, J. (2013). Perceived exertion effort in mini basketball players and its relationship with training volume. *Revista de Psicología del Deporte*, 22(1), 205-208.
- Guével, A., Maïsetti, O., Prou, E., Dubois, J. J., & Marini, J. F. (1999). Heart rate and blood lactate response during competitive Olympic boardsailing. *Journal of Sport Sciences*, 17, 135-141. doi:10.1080/026404199366235
- Gómez, M. A., Lorenzo, A., Ibáñez, S. J., & Sampaio, J. (2013). Ball possession effectiveness in men's and women's elite basketball according to situational variables in different game periods. *Journal of Sport Science*, 31(14), 1578-1587. doi:10.1080/02640414.2013.792942
- Halson, S. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44, S139-S147. doi:10.1007/s40279-014-0253-z
- Heuer, A., & Rubner, O. (2012). How does the past of a soccer match influence its future? Concepts and statistical analysis. *PLOS ONE* 7 (11): e47678. doi:10.1371/journal.pone.0047678
- Higgs, S. L., Riddell, J., & Barr, D. (1982). The importance of VO₂max. in performance of a basketball game-simulated work task (abstract). *Canadian Journal of Applied Sports Science*, 7, 237.
- Hopkins, W. G. (1991). Quantification of training in competitive sports. Methods and applications. *Sports Medicine*, 12, 161-183. doi:10.2165/00007256-199112030-00003
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 36, 1042-1047. doi:10.1249/01.MSS.0000128199.23901.2F

- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S.M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Science*, 23(6), 583-592. doi:10.1080/02640410400021278
- Jeong, T. S., Reilly, T., Morton, J., Bae, S. W., & Drust, B. (2011). Quantification of the physiological loading of one week of "pre-season" and one week of "in-season" training in professional soccer players. *Journal of Sport Science*, 29(11), 1161-1166. doi:10.1080/02640414.2011.583671
- Klusemann, M. J., Pyne, D. B., Foster, C., & Drinkwater, E. J. (2012). Optimizing technical skills and physical loading in small-sided basketball games. *Journal of Sport Science*, 20(14), 1463-1471. doi:10.1080/02640414.2012.712714
- Liu, Q., Zhou, R., Oei, T. P., Wang, Q., Zhao, Y., & Liu, Y. (2013). Variation in the stress response between high- and low-neuroticism female undergraduates across the menstrual cycle. *The International Journal on the Biology of Stress*, 16(5), 503-509. doi:10.3109/10253890.2013.797958
- Matthew, D., & Delextrat, A. (2009). Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *Journal of Sport Sciences*, 27(8), 813-821. doi:10.1080/02640410902926420
- McArdle, W. D., Magel, J., & Kyvallos, L. (1971). Aerobic capacity, heart rate, and estimated energy cost during women's competitive basketball. *Research Quarterly*, 42, 178-186.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (1991). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance*. London: Lea & Febiger.
- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Science*, 13(5), 387-397. doi:10.1080/02640419508732254
- Moreira, A., McGuigan, M. R., Arruda, A. F., Freitas, C. G., & Aoki, M. S. (2012). Monitoring internal load parameters during simulated and official basketball matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 961-966. doi:10.1519/JSC.0b013e31822645e9
- Mujika, I. (2013). The alphabet of sport science research starts with Q. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8, 465-466. doi:10.1123/ijsp.8.5.465
- Nikolaidis, P. T., Meletakos, P., Tasiopoulos, I., Kostoulas, I., & Ganavias, P. (2016). Acute responses to 10x15m repeated sprint ability exercise in adolescent athletes: The role of change of direction and sport specialization. *Asian Journal of Sports Medicine*, 7(2), e30255. doi:10.5812/asj.30255
- Padulo, J., Laffaye, G., Haddad, M., Chaouachi, A., Attene, G., Migliaccio, ... Pizzolato, F. (2015). Repeat sprint ability in young basketball players: One vs. two changes of direction (part 1). *Journal of Sports Science*, 33(14), 1480-1492. doi:10.1080/02640414.2014.992936
- Padulo, J., Tabben, M., Ardigò, L. P., Ionel, M., Popa, C., Gevat, C., Zagatto, A. M., & Dello Iacomo A. (2015). Repeated sprint ability related to recovery time in young soccer players. *Research in Sports Medicine*, 23(4), 412-423. doi:10.1080/15438627.2015.1076419
- Pross, N., Demazieres, A., Girard, N., Barnouin, R., Santoro, F., Chevillotte, ... Le Bellego, L. (2013). Influence of progressive fluid restriction on mood and physiological markers of dehydration in women. *British Journal of Nutrition*, 109, 313-321. doi:10.1017/S0007114512001080
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 227-233. doi:10.1016/j.jsams.2007.10.002
- Rodríguez-Alonso, M., Fernández-García, B., Pérez-Landaluce, J. & Terrados, N. (2003). Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball. *Journal of Sports Medicine and Physiological Fitness*, 43(4), 432-436.
- Ruano, M. Á., Serna, A. D., Lupo, C., & Sampaio, J. E. (2016). Effects of game location, quality of opposition, and starting quarter score in the outcome of elite water polo quarters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(4), 1014-1020. doi:10.1519/JSC.0b013e3182aa5f59
- Sánchez-Sánchez, J., Hernández, D., Casamichana, D., Martínez-Salazar, C., Ramírez-Campillo, R., & Sampaio, J. (2016). Heart rate, technical performance and session-RPE in elite youth soccer small-sided games played with wildcard player. *Journal of Strength and Conditioning Research* [Epub ahead of print].
- Scanlan, A. T., Dascombe, B. J., Reaburn, P., & Dalbo, V. J. (2012). The physiological and activity demands experienced by Australian female basketball players during competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15, 341-347. doi:10.1016/j.jsams.2011.12.008
- Schelling, X., Calleja-González, J., Torres-Ronda, L., & Terrados, N. (2014). Testosterone, cortisol, training frequency and playing time in elite basketball players. *International SportMed Journal*, 15(3), 275-284.
- Stone, N. M., & Kilding, A. E. (2009). Aerobic conditioning for team sport athletes. *Sports Medicine*, 39(8), 615-642. doi:10.2165/00007256-200939080-00002
- Sullivan, C., Bilsborough, J. C., Cianciosi, M., Hocking, J., Cordy, J., & Coutts, A. J. (2014). Match score affects activity profile and skill performance in professional Australian football players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(3), 326-331. doi:10.1016/j.jsams.2013.05.001
- Tan, F., Polglaze, T., & Dawson, B. (2009). Activity profiles and physical demands of elite women's water polo match play. *Journal of Sport Sciences*, 27(10), 1095-1104. doi:10.1080/02640410903207416
- Tomazin, K., Morin, J. B., & Millet, G. Y. (2016). Neuromuscular fatigue etiology after repeated sprints depends on exercise modality. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5, 1-28.
- Torres-Ronda, L., Ric, A., Llabres-Torres, I., De Las Heras, B., & Schelling I del Alcázar, X. (2016). Position-Dependent Cardiovascular Response and Time-Motion Analysis During Training Drills and Friendly Matches in Elite Male Basketball Players. *Journal of Strength and Conditional Research*, 30(1), 60-70.
- Vargas, J., Nagy, I., Szirtes, L., & Porszász, J. (2016). Physiological strain in the Hungarian mining industry: The impact of physical and psychological factors. *International Journal Occupational Medicine and Environmental Health*, 29(4), 597-611. doi:10.13075/ijom.1896.00616
- Wallace, L. K., Slattery, K. M., & Coutts, A. J. (2009). The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 33-38. doi:10.1519/JSC.0b013e3181874512
- Wiewelhive, T., Fernández-Fernández, J., Raeder, C., Kappenstein, J., Meyer, T., Kellman, M., ... Ferrauti, A. (2016). Acute responses and muscle damage in different high-intensity interval running protocols. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(5), 606-15.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39(7), 547-568. doi:10.2165/00007256-200939070-00003