

Anàlisi de la freqüència cardíaca durant la competició en jugadors professionals de futbol sala

■ JOSÉ CARLOS BARBERO ÁLVAREZ

Doctor en Educació Física.
Professor del Departament d'Educació Física i Esportiva.
Universitat de Granada

■ JUAN GRANDA VERA

Doctor en Educació Física.
Professor del Departament de Didàctica de l'Expressió Corporal.
Universitat de Granada

■ VÍCTOR MANUEL SOTO HERMOSO

Doctor en Educació Física.
Professor del Departament d'Educació Física i Esportiva.
Universitat de Granada

■ Paraules clau

Futbol sala, Freqüència cardíaca, Anàlisi, Competició

■ Abstract

In order to assesment and to analyze the evolution of the heart rate during the competition in professional soccer indoor players belonging to the equipment of Silver Division, they were registered, by using monitors of heart rate, five matches at different moments of the season, corresponding to the beginning, half and at the end of the same one.

In absolute values, the FC max mediate obtained is 192.1 lpm \pm 0.8, the FC average is 172.9 lpm \pm 4.0, whereas the minimum FC average is 118.8 lpm \pm 11.1. In relative values, derived from relate the medium heart rate to the value of individual maximum heart rate, we appreciated that the cardiac frequency average supposes the 89.5% of the maximal heart rate.

The heart rate usually does not locate below 150 beats, remaining the 25.7% of the time between 150 and 170 lpm and reaching values over to 170 beats the 67.4% of the time of participation. These data behave that the 1.8% of the time are below 65% of their FC max., the 18.0% between 65% and 85% and the 80.7% of the time over 85% of its FC max. What it seems to demonstrate a powerful contribution of the anaerobic metabolism in the demands asked for by the competition to the players of this sport.

■ Key words

Futsal, Heart rate, Competition, Analysis

Resum

Amb el propòsit de controlar i analitzar l'evolució de la freqüència cardíaca durant la competició en jugadors professionals de futbol sala pertanyents a l'equip de Divisió de Plata de la ciutat de Melilla, es van registrar, mitjançant monitors del ritme cardíac, cinc partits en diferents moments de la temporada, corresponents a l'inici, a la meitat i al final.

En valors absoluts, la FC màxima mitjana obtinguda és 192,1 bpm \pm 0,8, la FC mitjana és 172,9 bpm \pm 4,0, mentre que la FC mínima mitjana és 118,8 bpm \pm 11,1. En valors relatius, derivats de relacionar la freqüència cardíaca mitjana amb el valor de freqüència cardíaca màxima individual, apreciem que la freqüència cardíaca mitjana suposa el 89,5 % de la FC màxima.

La freqüència cardíaca no acostuma a situar-se per sota de 150 batecs, el 25,7 % del temps es queda entre 150 i 170 bpm i assoleix valors superiors a 170 batecs el 67,4 % del temps de participació. Aquestes dades demostren que l'1,8 % del temps es troben per sota del 65 % de la seva FC màxima, el 18,0 % entre el 65 % i el 85 % i el 80,7 % del temps per sobre del 85 % de la seva FC màxima. Tot plegat sembla demostrar una poderosa contribució del metabolisme anaeròbic a les exigències sol·licitades per la competició als jugadors d'aquesta especialitat.

Introducció

La competició no és només l'objectiu fonamental de l'entrenament, sinó que es considera la forma de control més completa i objectiva, per tal com s'hi troben, de forma inherent, totes les variables del rendiment.

A hores d'ara, no hi ha dubtes sobre la necessitat d'analitzar les demandes de l'activitat competitiva. L'elaboració d'un model d'entrenament específic en els esports d'equip, requereix l'anàlisi de les exigències físiques, fisiològiques i energètiques imposades per la competició. Partint del seu coneixement, es poden establir programes adequats, adreçats vers les qualitats condicionals específiques, tot proposant un procés d'entrenament rigorós, científic i adaptat a les necessitats pròpies de l'esport. Si desconexem aquests paràmetres, la nostra preparació física mancarà de rigor, i obtindrem resultats més relacionats amb l'atzar que no pas amb una planificació seriosa i científica aplicada a l'esport (Barbero, 1998; 2002).

Per tant, el control de l'entrenament requereix la utilització de sistemes d'enregistrament i anàlisi que permetin de controlar les variables que interactuen en el rendiment (Gutierrez i cols., 1991).

Els paràmetres per a estudis en què es pretén fer una anàlisi de la competi-

ció són de naturalesa molt variada, i a grans trets s'hi poden distingir dos grans grups:

- Els que intenten de valorar la càrrega competitiva del jugador pel seu aspecte extern, anomenats **indicadors externs**. S'hi poden trobar paràmetres que fan referència a la **càrrega física**, com ara la distància recorreguda, els temps d'esforç i de pausa o la velocitat dels desplaçaments.
- Aquells altres que, valent-se de material més sofisticat, intenten de valorar les exigències de la càrrega competitiva per les repercussions internes en l'organisme del jugador. Alguns d'aquests paràmetres són l'evolució de la freqüència cardíaca, el consum d'oxigen o els nivells d'àcid làctic en sang, paràmetres que anomenem **indicadors interns** i que permeten d'avaluar la **càrrega fisiològica** de la competició i els entrenaments.

La valoració de la càrrega pel seu aspecte intern és de gran interès, d'una banda com a mitjà de valoració i control i d'una altra, perquè especifica amb força precisió els tipus d'esforç realitzats.

Per analitzar el treball efectuat per un jugador durant la competició i poder-ne avaluar el cost energètic durant un partit, no és possible recórrer a la determinació directa del VO_2 , sinó que ens hem de basar en el mesurament de paràmetres fisiològics mitjançant tècniques indirectes.

Per a Sierra (1998), sense cap mena de dubte, la freqüència cardíaca és l'indicador d'esforç més utilitzat. A causa que el mesurament d'aquest paràmetre és relativament simple, ha estat utilitzat en gran varietat de tests de camp i protocols d'esforç per estimar i monitorar la intensitat de l'exercici (Eston i Williams, 1988). Segons Korcek (1981), sabem que la freqüència cardíaca és un indicador molt vàlid en els esports d'equip per mesurar les adaptacions immediates a l'entrenament. La utilització de la freqüència cardíaca com a indicador de la intensitat, es basa en la correlació existent amb el nivell d'esforç, una relació li-

neal fins a valors del voltant de 170 batecs per minut.

Nombrosos autors (Bangsbo, 1998; Ekblom, 1999; Willmore i Costill, 2001), indiquen que un augment en la intensitat de l'exercici es reflecteix en un increment proporcional de la freqüència cardíaca i del consum d'oxigen. Basant-se en aquesta relació, suggereixen que la freqüència cardíaca d'un jugador mesurada durant un entrenament o un partit, pot ser utilitzada per adonar-se de les variacions de la intensitat de l'exercici i per remarcar a quina intensitat general ha treballat el jugador.

El ritme cardíac és un índex útil per expressar el grau de tensió cardiovascular implicat durant l'activitat física, atès que s'incrementa per facilitar el transport de l'oxigen als músculs que estan treballant en aquest moment (Dips i cols., 1993); podrà ser, doncs, un indicador perfectament vàlid per a la determinació del compromís fisiològic que suposa l'activitat competitiva.

El futbol sala és una especialitat esportiva de prestació mixta i intermitent, on es combinen esforços a intervals, d'intensitat màxima i submàxima, amb pauses curtes que no permeten una recuperació completa. L'anàlisi de la freqüència cardíaca ens proporcionarà un major coneixement sobre la resposta del sistema cardiovascular als esforços que es realitzen durant la competició i ens facilitarà informació per a l'elaboració del contingut i l'estructura de l'entrenament en aquest esport.

Per això, i a causa de la manca de literatura específica relacionada amb aquesta modalitat, aquest treball sorgeix amb el propòsit d'enregistrar i analitzar l'evolució de la freqüència cardíaca durant la competició, per tal de conèixer l'exigència cardiovascular que representa l'activitat competitiva i estimar la participació dels diferents metabolismes energètics en jugadors professionals.

Material i mètode

Mostra: A la investigació que presentem van ser analitzats un total de 8 jugadors,

durant 5 partits, per a un total de 18 enregistraments. Els 5 partits estudiats corresponen als jugats pel Melilla FS, club que milita a la Divisió d'Argent de la LNFS i corresponents a la temporada 98-99. Per a l'elecció dels partits, es van determinar diferents moments al llarg de la temporada, que corresponien a l'inici, meitat i final d'aquesta, concretament durant els mesos segon, quart, cinquè i vuitè de la temporada.

Per a l'enregistrament de la freqüència cardíaca es van utilitzar 4 monitors de ritme cardíac Polar Vantage NV. Aquests van ser configurats per enregistrar la FC cada cinc segons i es van col·locar als jugadors que, en un principi, i prèvia conversa amb l'entrenador, tenien possibilitats d'intervenir durant més temps tot al llarg del partit. El lliurament i la col·locació es va realitzar al vestidor mentre els jugadors procedien a equipar-se.

Els van portar posats durant l'escalfament per detectar si la banda toràcica emissora els estrenyia i per comprovar-ne el correcte funcionament. No obstant això, els jugadors estaven molt familiaritzats amb l'ús d'aquests instruments, atès que dos o tres cops per setmana eren utilitzats durant els entrenaments. Tan bon punt s'havia comprovat tot, es reunia als jugadors perquè pitgessin alhora el botó d'inici de l'enregistrament, d'aquesta forma tots els monitors de ritme cardíac estaven sincronitzats i podíem vincular la freqüència cardíaca a qualsevol moment del partit.

S'han obtingut els valors de freqüència cardíaca basal i màxima de cada jugador que ens permeten d'establir els temps de participació sobre diferents percentatges de la FC màxima. Per a l'obtenció de la FC basal, els jugadors es van comprometre a omplir una graella que els va ser lliurada, on havien d'enregistrar les pulsacions obtingudes, mitjançant palpació, durant una setmana. Es realitzaven dues preses durant 30 segons en despertar-se, i anotaven el resultat menor en totes dues ocasions. Tots els jugadors van realitzar una prova en laboratori (Test de Conconi en tapis rodador) per obtenir-ne la FC màxima. Tanmateix, de vegades aquest valor era superat pels enregistraments obtin-

guts durant els partits de competició i, per a aquesta variable s'utilitzava el valor més alt aconseguit per l'atleta en qualsevol de les situacions. A la taula 1 es detallen els valors de FC basal, FC màxima durant i FC màxima aconseguida durant alguns partits de competició per a cada un dels jugadors analitzats en el primer partit, igual com els seus percentatges respecte de la FC màxima.

L'obtenció dels enregistraments es va realitzar amb el *software* d'anàlisi del RC Polar versió 5.04.01, mitjançant la interfície Polar Advantage i per a l'anàlisi de la variable fisiològica es van exportar les dades enregistrades a un full de càlcul que ens n'ha permès el tractament i hem obtingut els resultats que s'ofereixen a l'apartat següent.

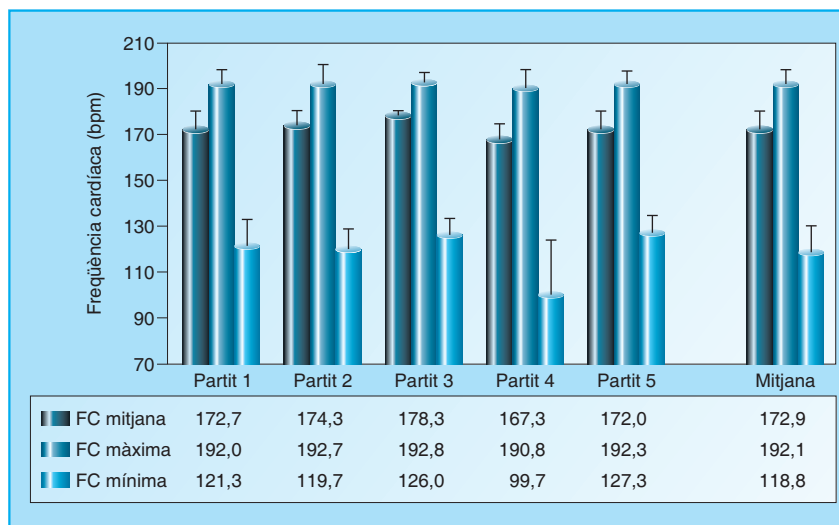
Resultats

A la *figura 1* s'exposen les freqüències cardíques màximes, mitjanes i mínimes aconseguides pels jugadors durant el transcurs dels cinc partits analitzats: La FC màxima mitjana obtinguda és $192,1 \text{ bpm} \pm 0,8$, la FC mitjana és $172,9 \text{ bpm} \pm 4,0$, mentre que la FC mínima mitjana és $118,8 \text{ bpm} \pm 11,1$. Òbviament, es tracta de valors absoluts; aquestes dades tenen una certa importància i aporten informació que fa referència a la intensitat competitiva, però la relació entre la freqüència cardíaca mitjana i la freqüència cardíaca màxima de cada jugador ens proporciona un valor relatiu molt més concret i individualitzat sobre la càrrega suportada per l'atleta. Per això, aquest percentatge ens permet de conèixer amb més precisió el grau de tensió cardiovascular durant la competició i estimar les exigències que suposa l'activitat competitiva. Per a la freqüència cardíaca màxima hem emprat el valor màxim obtingut, bé en test de laboratori, bé durant un partit, perquè, en ocasions, durant la competició alguns jugadors van assolir alguns batecs més (dos o tres) que no pas a les proves de laboratori.

Al primer partit, el jugador 1 va aconseguir una FC mitjana de 164 bpm, cosa

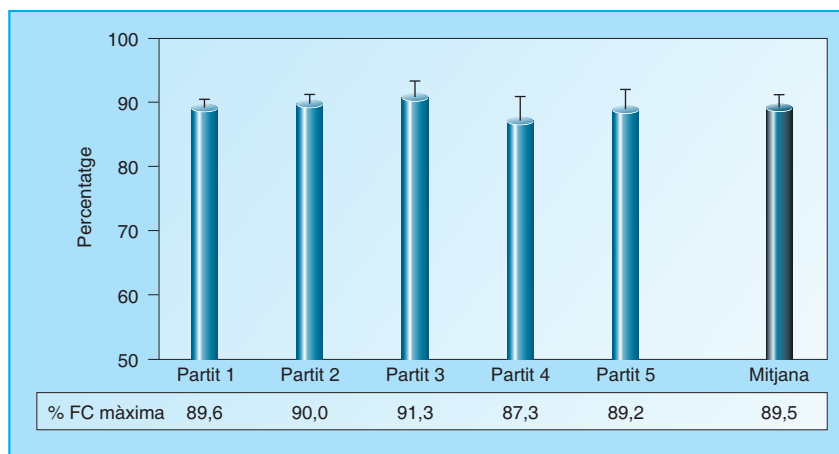
■ FIGURA 1.

Resultats obtinguts de l'enregistrament de la freqüència cardíaca als cinc partits de futbol sala.



■ FIGURA 2.

Percentatges de la FC mitjana respecte de la freqüència cardíaca màxima.



que equival al 88,65 % de la seva FC màxima personal (185 bpm) i alhora coincideix amb la màxima assolida en aquest partit. Aquests valors, per als jugadors 5 i 6, són 89,95 % i 90,21 % respectivament, cosa que ens dona una mitjana de 172,7 bpm, que suposen el $89,6 \pm 0,8$ % de la FC màxima mitjana (192 bpm).

Si aquesta mateixa valoració la realitzem per a la resta dels partits, obtenim valors del $90,03 \pm 1,0$ %, $91,3 \pm 1,7$ %, $87,3 \pm 3,3$ % i $89,2 \pm 2,6$ % respectivament. Les dades obtingudes (figura 1) reflecteixen un elevat compromís fisiològic, que es troba determinat per una freqüència cardíaca mitjana du-

rant els partits de $172,9 \pm 4,0$ bpm, que representa el $89,5 \pm 1,4$ % de la FC màxima.

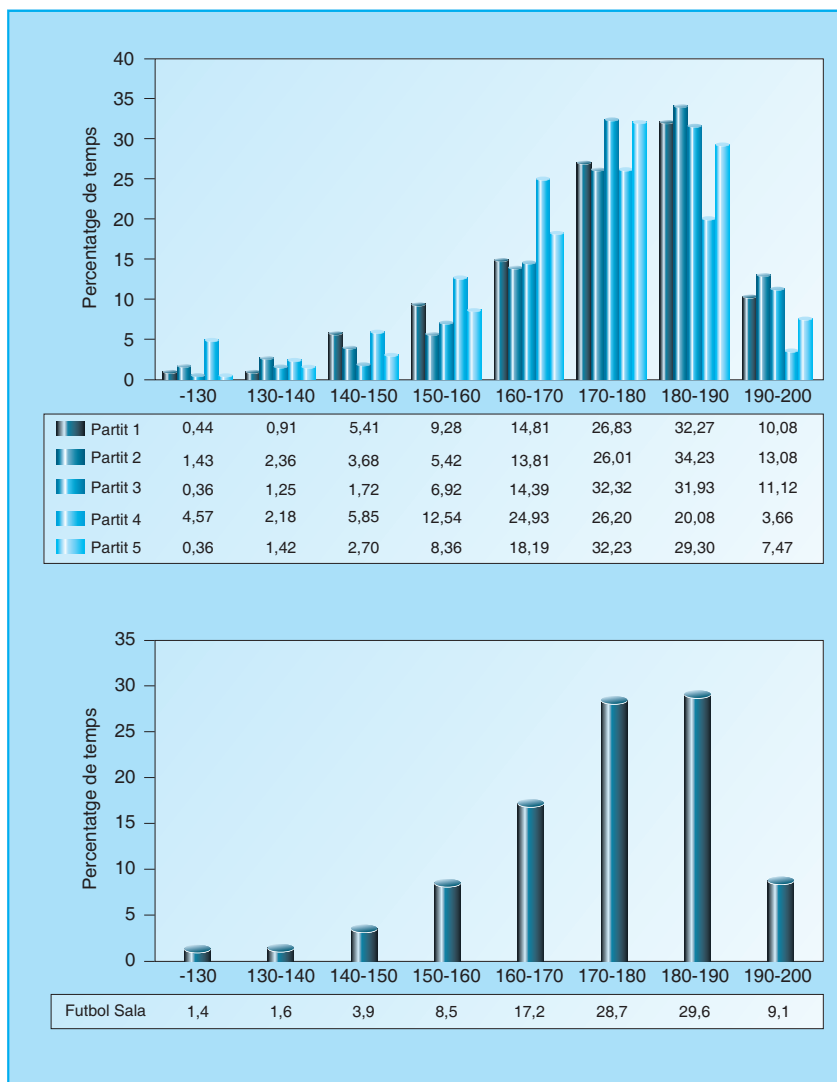
Tenint en compte la relació que hi ha entre la freqüència cardíaca, en percentatge de la freqüència cardíaca màxima, i el consum d'oxigen, en percentatge del consum màxim d'oxigen, es pot estimar, seguint Marion i cols. (1994), que la intensitat mitjana d'un partit correspon aproximadament al 83-85 % del VO_2 màx.

Igualment, podem analitzar els percentatges de temps que el jugador està en diferents rangs de freqüència cardíaca, i fins i tot, per valorar amb més exactitud les exigències de tipus fisiològic durant

■ **TAULA 1.**
 Freqüències cardíaques dels jugadors analitzats al partit 1.

	JUGADOR A	JUGADOR B	JUGADOR C	JUGADOR MITJA
Edat	29	24	28	27
FC Basal	57	56	60	57,6
FC màxima en laboratori	185	194	193	190,7
FC màxima en competició	185	199	194	194,3
FC màxima en partit 1	185	197	194	192
FC mediana en partit 1	164,8	179	175	172,7
Percentatge sobre FC màxima del partit	89,08	90,86	90,21	90,07
Percentatge sobre FC màxima del jugador	89,08	89,95	90,21	89,7
65-85%	120,25-157,25	129,35-169,15	126,1-164,9	124,8-163,2
85-100%	157,25-185	169,15-199	164,9-194	163,2-192,0

■ **FIGURA 3.**
 Percentatges de temps a diferents rangs de FC durant els cinc partits (a dalt) i mitjana (a baix).



la competició, cal que establim percentatges respecte de la FC màxima per tal de precisar diferents zones d'activitat que ens podrien permetre una estimació sobre la contribució dels diferents metabolismes energètics. Hem obtingut els valors de freqüència cardíaca basal i màxima de cada jugador per tal d'establir els temps de participació sobre els diferents percentatges. A la taula següent (taula 1) es detallen els valors de FC basal, FC màxima durant prova en laboratori (test de Conconi en tapis rodador) i FC màxima aconseguida durant alguns partits de competició per a cadascun dels jugadors analitzats, igual com els percentatges corresponents.

A la figura 3 es poden apreciar els percentatges de temps que els jugadors estan a diferents freqüències cardíacques durant el total dels partits, i es pot apreciar que aproximadament el 85 % del temps en què participen estan amb pulsacions superiors a 160 per minut.

Així mateix, en analitzar els percentatges de temps a diferents intensitats, per sota del 65 %, entre el 65 % i el 85 % i per sobre del 85 % de la FC màxima individual, el resultat és que la mitjana per als partits investigats és la següent: el 80,07 % del temps que juguen estan per sobre del 85 ± 0,05 % de la freqüència cardíaca màxima, el 18,0 ± 0,04 % entre el 65 % i el 85 % i el 1,3 ± 0,02 % del temps per sota del 65 % de la FC màxima.

Si observem aquests mateixos valors en relació a les dues meitats del partit destaquen alguns detalls, entre els que hi sobresurten podem esmentar que:

La freqüència cardíaca mitjana i màxima mitjana no pateix variacions ostensibles entre els dos períodes (figura 5), encara que és cert que hi ha una certa heterogeneïtat entre els diversos partits:

- La freqüència cardíaca màxima es manté estable als partits 2 i 5, disminueix al segon temps en els partits 1 i 3, mentre que al partit 4 es produeix un increment mitjà de 8,5 batecs, que representen un 4,7 %.
- Una cosa similar s'esdevé amb la FC mitjana; als partits 1, 3 i 5 disminueix un 4,5 %, 2,5 % i 1,4 % respectivament. Es manté estable en el segon partit i augmenta un 5,9 % en el quart.
- Sobre la FC mínima es pot ressaltar que al partit 4 es produeix un augment, en el segon període, del 22 %.
- El percentatge de la FC mitjana respecte de la màxima per a cada jugador disminueix en els segons períodes a 4 dels 5 partits analitzats, i manifesta un lleuger descens (1,5 %) en termes globals 89,7 % vs 88,2 % (figura 6). Exceptuant el quart partit, en el qual la intensitat mitjana del primer període és la menor observada (84,2 %) i com a conseqüència s'hi copsa un increment per al segon temps (89,2 %), a la resta dels partits s'observa una clara reducció en els percentatges durant les segones parts.
- Pel que fa als percentatges de temps que el jugador es manté a diferents intensitats o percentatges de la freqüència cardíaca màxima (figura 7), en els segons períodes, es distingeix un increment per al temps a mitja intensitat (entre 65 i 85 %), que passa del 17,2 % al 20,6 % i s'adverteix una disminució (8,0 % vs 79,1 %) en el temps a intensitats màximes (+85 %). Igual que a la resta de variables, aquests valors apareixen assuavits, atès que al partit 4 s'obtenen uns resultats completament diferents d'allò que és la normalitat a la resta de partits.

FIGURA 4. Percentatges de FC per sota del 65 % i el 85 % i per damunt del 85 % durant els cinc partits enregistrats i mitjana.

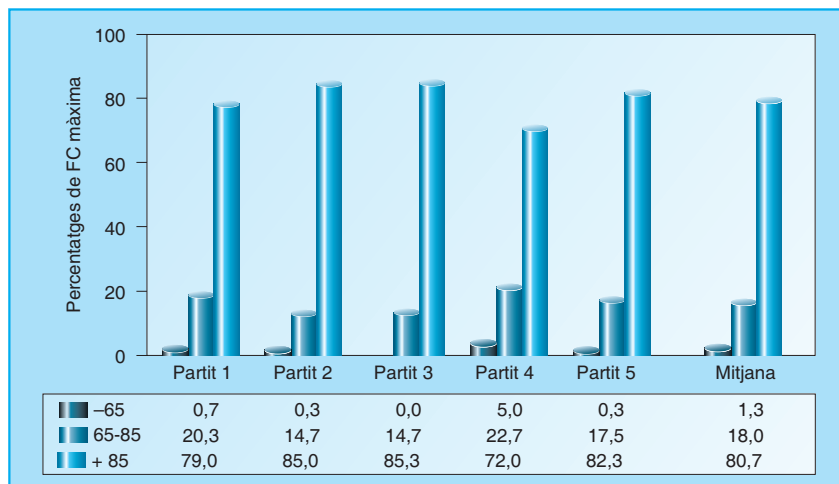


FIGURA 5. Freqüències cardíacques mitjanes, màximes i mínimes del jugador mitjà en els dos períodes.

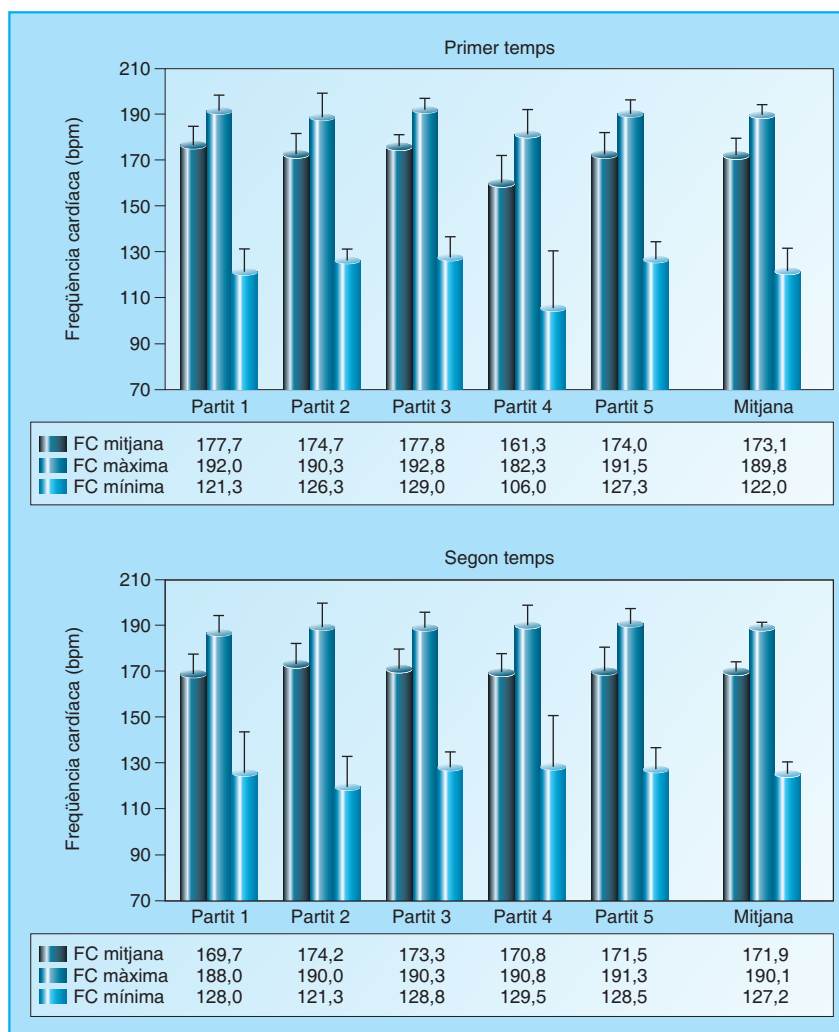


FIGURA 6. Percentatge de FC mitjana respecte de la FC màxima durant la primera i la segona meitat dels partits analitzats i mitjana.

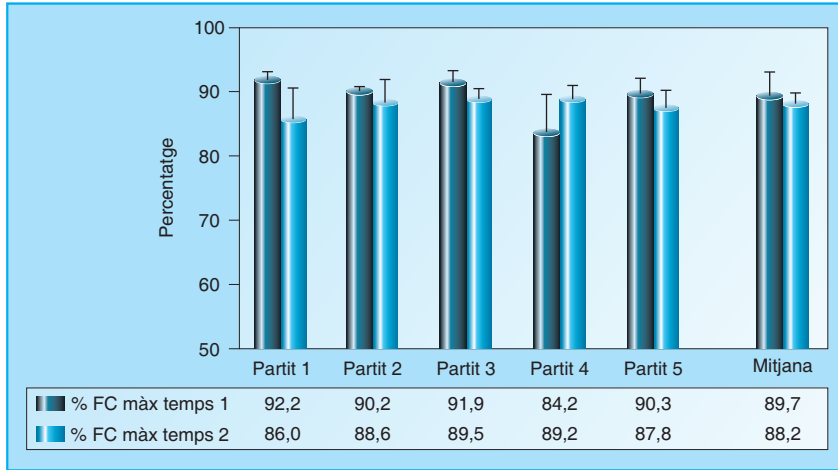
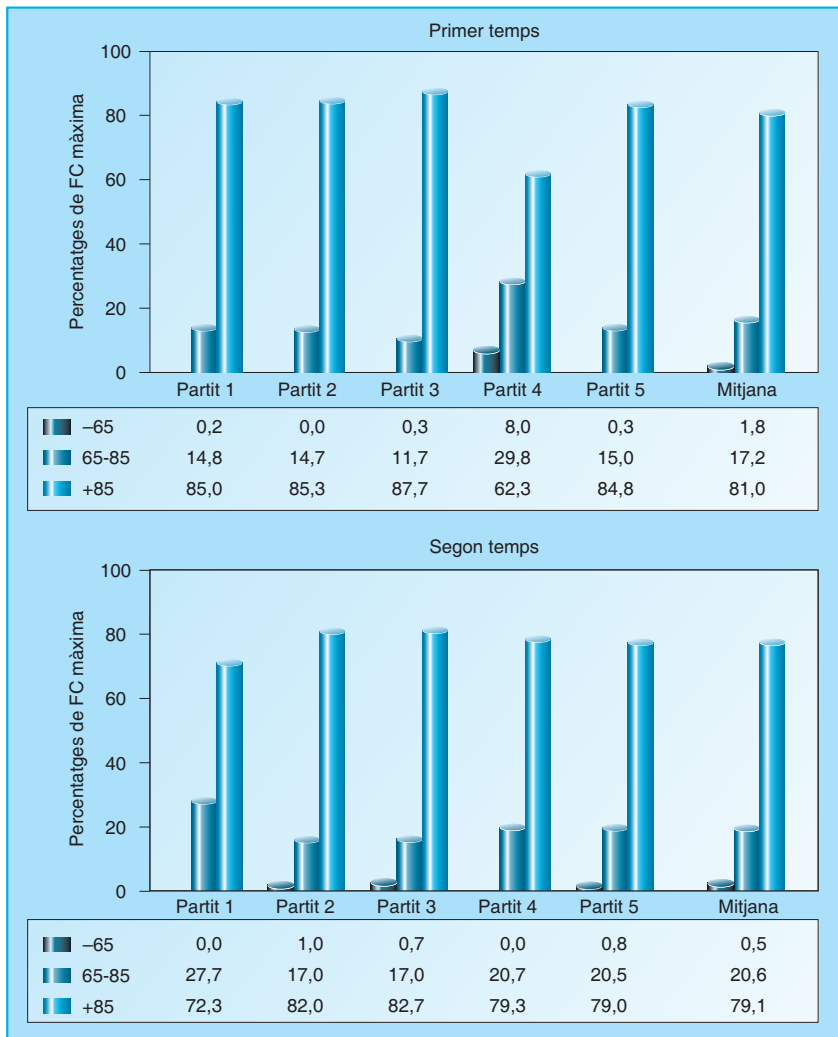


FIGURA 7. Percentatges de temps per sota del 65 %, entre el 65 % i el 85 % i per damunt del 85 % de la màxima durant el primer temps i el segon dels cinc partits enregistrats i mitjana.



Discussions i conclusions

La freqüència cardíaca (FC) és un dels paràmetres que fem servir quan volem quantificar la càrrega de treball que exigeix la competició, perquè és un dels indicadors del nivell d'esforç que podem mesurar més fàcilment (Nogués, 1997). No obstant això, hem d'assenyalar que tot i que és cert que hi ha instruments d'enregistrament que permeten una mesura fiable d'aquest paràmetre, fer-ne l'anàlisi durant competicions oficials revesteix un seguit de dificultats que es troben condicionades pel reglament. Ara com ara, és prohibit que els jugadors portin qualsevol objecte que pugui fer mal als companys o adversaris, per la qual cosa els àrbitres no permeten que els jugadors portin col·locats els monitors d'enregistrament cardíac durant els partits. Encara que la nostra intenció inicial era que l'estudi abastés un nombre de partits superior, només vam aconseguir el permís dels àrbitres i de l'equip contrari per a la col·locació dels monitors en 5 ocasions, d'un total de 15 partits jugats a casa. A causa de la impossibilitat de realitzar estudis en situacions reals de joc i davant la falta d'investigacions d'aquesta mena en aquesta especialitat esportiva, considerem que disposar de 18 enregistraments cardíacs, de vuit jugadors distints, referents a 5 partits de competició oficial pot ser una base adient per obtenir informació rellevant sobre l'activitat competitiva. Encara que la FC, com a paràmetre aïllat, no és suficient per quantificar la intensitat d'una activitat física, ens en pot donar indicacions importants; tanmateix, seria convenient completar aquesta mena d'estudis amb mesuraments d'altres paràmetres, tant externs com interns, com ara concentració de lactat, percepció subjectiva d'esforç (RPE), paràmetres metabòlics i enzimàtics o anàlisi cinemàtica dels desplaçaments (velocitats, acceleracions, distàncies recorregudes, etc.). Coincidim amb Lacour (1982), en què l'avaluació del rendiment amb l'ajuda d'indicadors externs complementa i perfecciona l'avaluació resultant dels indi-

cadors interns. La realització d'estudis d'aquesta mena ens permet de deduir i avaluar les exigències físiques i les requistes energètiques, i ens ofereix la possibilitat d'incidir en els aspectes condicionals durant els entrenaments, a la recerca d'una millora del rendiment esportiu (Barbero, 2002).

De l'anàlisi de la freqüència cardíaca veiem que s'obtenen valors mitjans de 172,9 bpm \pm 4,0, anàlegs (172 bpm) als determinats a partits de 4 x 4 en futbol (Maclaren i cols., 1988) i una mica superiors (6,48 % i 3,47 %) als aportats per Álvarez Medina i cols. (2001) per a jugadors de futbol sala professionals (161,7 bpm) i no professionals (166,9 bpm). Aquestes dades són més elevades que les proposades en bàsquet per Zaragoza (1996), amb valors mitjans de 162 bpm, inferiors als estimats en handbol (Delamarche, 1987), 176 bpm \pm 13 i coincideixen amb els autors que proposen freqüències cardíques mitjanes més altes (171 bpm) en futbol (Korcek, 1980 i Bangsbo, 1998), encara que per a aquest indicador normalment els valors trobats en aquest esport són lleugerament inferiors 160-170 bpm (Reilly, 1996).

Com a conseqüència, i malgrat el caràcter intermitent dels esforços en futbol sala, unes freqüències cardíques mitjanes tan altes, superiors a les de la major part dels esports col·lectius, indiquen exigències elevades del component cardiovascular requerit per la competició. Aquesta important sol·licitació i sobrecàrrega del sistema cardiovascular és necessària per desenvolupar un tipus de prestació intermitent d'elevada intensitat i llarga durada mitjançant un suport metabòlic mixt (Álvarez Medina i cols., 2001).

Per causa dels períodes de recuperació curts i incomplets, que no permeten una recuperació total del sistema cardiorespiratori, les freqüències cardíques més baixes oscil·len entre 120 i 150 bpm. Aquests valors baixos són observats en escasses ocasions durant cada temps (de 4 a 6 vegades) i es relacionen gairebé sempre amb les interrupcions de joc prolongades (temps morts, faltes amb targeta, llançaments de doble penal, etc.). Hem computat que solament el 6,9 %

del temps d'activitat estan per sota de 150 bpm.

Si sumem el percentatge de temps que els jugadors estan entre 150 i 170 bpm obtenim el 25,7 % i si comptabilitzem el temps que es mantenen per damunt de 170 batecs assolim una mitjana del 67,4 %. Això implicaria una participació elevada del metabolisme anaeròbic, afirmació que coincideix amb la d'altres autors (Álvarez Medina i cols., 2001), que estimen un component anaeròbic molt alt; els professionals estan en un 60,52 % dels temps de joc i els no professionals en un 71,52 % del temps, entre els 160 i els 190 batecs. Sempre que acceptem que la freqüència cardíaca lliandar podria estar entre els 160 i els 170 batecs.

Quan relacionem aquests valors amb la freqüència cardíaca màxima individual obtenim els percentatges de temps a diferents intensitats, i es conclou que l'1,3 % del temps de participació es troben per sota del 65 % de la seva FC màxima, el 18,0 % es mantenen entre el 65 % i el 85 % i aconsegueixen valors superiors al 85 % de la seva FC màxima el 80,7 % del temps que estan en pista.

En relacionar la freqüència cardíaca mitjana de cada jugador amb la seva freqüència cardíaca màxima observem que aquest esport exigeix una notable adaptació cardiovascular, mai no s'han assolit valors inferiors al 85 %, i els valors mitjans per a cada partit són de 89,6 %, 90,0 %, 91,3 %, 87,3 % i 89,2 %, cosa que suposa una mitjana de 89,5 %. Aquest fet ens indica que els jugadors estan treballant, de mitjana, a intensitats properes al 90 % del seu potencial màxim, i sovint, durant un partit, se n'han arribat a enregistrar els valors màxims.

Aquesta valoració sembla ser una nova demostració de la poderosa contribució del metabolisme anaeròbic a les exigències sol·licitades per la competició; aquests percentatges demostrarien que la intensitat mitjana durant un partit correspondria al 83-85 % del VO₂ màx. de l'atleta (Marion i cols., 1994). Aquests resultats coincideixen amb els estimats per Maclaren i cols. (1988), amb intensitats properes al 82 % del VO₂ màx, i són lleugerament superiors als trobats per Reilly

(1990) en futbol, amb valors que apunten cap a una intensitat del 75 % - 80 % del VO₂ màx.

Això indicaria que durant un partit de futbol sala hi ha una elevada sol·licitació del metabolisme anaeròbic, encara que, quantitativament, els processos aeròbics són predominants sobre els anaeròbics. Es dedueix que la participació del metabolisme anaeròbic és decisiva en el desenvolupament de les accions executades a màxima velocitat durant el joc i la contribució del metabolisme aeròbic serà vital en permetre al jugador recuperar-se amb rapidesa i eficàcia durant els descansos curts i incomplets que s'hi produeixen.

Hem apreciat que hi ha diferències considerables en la conducta de la FC durant el primer i el segon període als cinc partits analitzats. Exceptuant el quart partit, en el qual els jugadors, durant el primer període, van tenir una conducta molt per sota de l'habitual (84,2 %), que es va veure reflectida en un elevat marcador en contra, podem distingir una homogeneïtat en els resultats obtinguts per a la resta dels partits analitzats. En general, sembla existir un patró determinat que es concreta en una disminució de les variables objecte d'estudi (FC mitjana, percentatge respecte de la FC màxima, percentatges de temps a intensitat màxima) durant els segons temps.

Hem de ressaltar que, en contemplar els valors referents a la mostra completa (18 enregistraments), les diferències entre el primer període i el segon no són significatives, però que en ometre els quatre enregistraments dels jugadors analitzats en el quart partit, els resultats adquirits canvien de forma substancial. De tal manera que, en els segons períodes, obtenim una disminució significativa de la FC mitjana ($p = .008$), del percentatge de la FC mitjana respecte de la màxima ($p = .004$) i del percentatge de temps per sobre del 85 % de la FC màxima ($p = .009$). També observem un augment significatiu ($p = .011$) del percentatge de temps a intensitats compreses entre el 65 % i el 85 % de la FC màxima (taula 2).

Podem remarcar que aquestes dades semblen coincidir amb els resultats obtinguts en estudis d'altres variables, com ara

■ **TAULA 2.**

Estadístic t per a mostres relacionades: Percentatges de temps per sota del 65 % entre el 65 % i el 85 % i per sobre del 85 % de la FC màxima, FC mitjana i % FC màxima durant el primer i el segon temps per a quatre dels partits analitzats (total 14 enregistraments).

	ESTADÍSTIQUES DE MOSTRES RELACIONADES			CORRELACIONS DE MOSTRES RELACIONADES		PROVES DE MOSTRES RELACIONADES	
	MITJANA	N	DESVIACIÓ TÍPICA	CORRELACIÓ	SIG.	t	SIG. (BILATERAL)
-65 % (1T)	.1857	14	.37999	.808	.072	-1.749	.104
-65 % (2T)	.6429	14	.92878				
65-85 % (1T)	13.5286	14	6.35639	.066	.505	-2.947	.011
65-85 % (2T)	20.1429	14	9.56642				
+85 % (1T)	86.2143	14	6.42326	.056	.522	3.070	.009
+85 % (2T)	79.3571	14	9.66044				
FC Mitjana (1T)	176.000	14	5.73786	.755	.002	3.135	.008
FC Mitjana (2T)	172.193	14	6.87229				
% FC Màx (1T)	91.1221	14	1.42027	.227	.436	3.529	.004
% FC Màx (2T)	88.0921	14	3.22161				

la velocitat o la distància recorreguda per minut (Barbero, 2002), en els quals es cospa una certa disminució de l'activitat del jugador a mesura que avança el partit, resultats que poden ser conseqüència d'una fatiga acumulada i/o deshidratació, entre d'altres causes.

En conclusió, i com a conseqüència de tot el que hem exposat, podem afirmar que el futbol sala és un esport de tipus intermitent, que requereix una gran sol·licitació del sistema cardiovascular, en el qual s'alternen fases d'elevada intensitat i durada variable, amb períodes de recuperació, bé activa, o bé passiva, de durada diversa. La distribució dels enregistraments cardíacs fluctua segons les circumstàncies del joc, i el 80,7 % del temps d'intervenció es mantenen valors superiors al 85 % de la seva FC màxima, arribant, a vegades, a assolir, i fins i tot sobrepasar, la freqüència cardíaca màxima obtinguda en proves màximes d'esforç. Es tracta d'una especialitat esportiva de prestació mixta, en la qual el metabolisme anaeròbic té un paper primordial com a conseqüència de la gran exigència cardiovascular, 89,5 % de la FC màxima.

Bibliografia

Álvarez, J.; Corona, P.; Giménez, L.; Serrano, E. i Manonelles, P. (2001). Perfil cardiovascular en el futbol-sala. Respuesta inmediata al esfuerzo. *Archivos de Medicina del Deporte*, XVIII (83), 199-204.

Bangsbo, J. (1998). *Entrenamiento de la condición física en el fútbol*. Barcelona: Paidotribo.

Barbero, J. C. (consulta:7 juliol 1999). El entrenamiento de los deportes de equipo basado en estudios biomecánicos (Análisis cinemático) y fisiológico (Frecuencia cardíaca) de la competición", *Efdeportes.com Revista digital*; Vol. 11 (en línea) <http://www.efdeportes.com/efd11a/biomec.htm>

– (2002). Desarrollo de un sistema fotogramétrico y su sincronización con los registros de frecuencia cardíaca para el análisis de la competición en los deportes de equipo. Una aplicación práctica para el fútbol sala. Tesis doctoral. Facultad de Educación y Humanidades de Melilla. Melilla

Delamarche, P.; Gratas, A.; Beillot, J.; Dassonville, J.; Rochcongar, P. i Lessard, Y. (1987). Extent of lactic anaerobic metabolism in handballers. *International Journal of Sports Medicine* 8 (1), 55-59.

Dip, C. C.; Reilly, T.; Atkinson, G. i Coldwells, A. (1993). Analysis of the work rates and heart rates of association football referees, *British Journal of Sports Medicine*, 27 (3), 193-196.

Eklblom, B. (1999). *Manual de Ciencias del entrenamiento*, Barcelona: Paidotribo.

Eston, R. i Williams, J. G. (1998). Reliability of ratings of perceived effort regulation of exercise intensity, *British Journal of Sports Medicine*, 22 (4), 153-155.

Gutiérrez, M.; Soto, V. M. i Martínez, M. (1991). *Sistema de análisis computerizado para el movimiento humano*. Málaga: Unisport/Junta de Andalucía.

Korcek, F. (1981a). Nuevos conceptos en el entrenamiento del futbolista. *El entrenador español de fútbol*, 4, 45-52.

– (1981b). Preparación progresiva del futbolista (Parte III). *El entrenador español de fútbol*, 13, 44-48.

Maclaren, D.; K. Davids, K.; Isokawa, M.; Mellor, S. i Reilly, T. (1998). Physiological strain in 4 a side soccer. *Science and Football*. Londres: E & F N Spon, 76-80.

Marion, A.; G. Kenny, G. i Thoden, J. (1994). Heart rate response as a means of quantifying training loads: Practical considerations for coaches. *Sports*, 14, 2.

Nogués, R. (1997). Estudio de la frecuencia cardíaca de un futbolista no profesional durante la competición, *Training fútbol*, 11, 28-31.

Reilly, T. (1990). Football. A T. Reilly, N. Secher, P. Snell i C. Williams, *Physiology of sport*. Londres: E & FN Spon, 371-425.

– (1996). *Science and Soccer*. Londres: E & FN Spon.

Sierra, A. (1998). Estudio del compromiso fisiológico en una clase de Educación primaria. Una experiencia práctica de formación inicial para el maestro de educación física. A A. García, F. Ruiz i A. J. Casimiro, *Actas del II Congreso Internacional La Enseñanza de la Educación Física y el Deporte Escolar*. Almería: Instituto Andaluz del Deporte, 198-201.

Zaragoza, J. (1996). Baloncesto: Conclusiones para el entrenamiento a partir del análisis de la actividad competitiva. *Revista de Entrenamiento Deportivo* 2, 22-27.

Wilmore, J. i Costill, D. (2001). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona: Paidotribo.