

Paraules clau

futbol sala, necessitats cardiovasculars, necessitats metabòliques, consum màxim d'oxigen, freqüència cardíaca

Necessitats cardiovasculars i metabòliques del futbol sala: anàlisi de la competició

■ **JAVIER ÁLVAREZ MEDINA**

Doctor en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport. Professor Associat Universitat de Saragossa

■ **LUIS GIMÉNEZ SALILLAS**

Doctor en Medicina i Cirurgia. Professor titular Universitat de Saragossa

■ **PEDRO CORONA VIRÓN**

Doctor en Medicina i Cirurgia.

Adjunt del Servei de Cardiologia de l'Hospital Militar del Rei de Las Palmas de Gran Canària

■ **PEDRO MANONELLES MARQUETA**

Metge de la Federació Espanyola de Bàsquet

Abstract

Indoor football is a collective sport, of collaboration-opposition, with an energetic demand of a mixed intermittent type (aerobic-anaerobic), a general, high muscular, dynamic demand. It is identified by a type of split and intermittent exertion with incomplete pauses for recuperation both active and passive of various periods of time. The heart, owing to the characteristics of this sport, is probably the organ that is most required during its practice, as it has to perform a great cardio-vascular work. Indoor football is having a great social repercussion in our country (at the moment there are 1.500.000 players federated) but research on it is still non-existent or nearly so. We put forward a cardio-vascular study and analysis of the energetic needs produced in its regular practice.

In this study three teams took part a total of 33 players, 14 professionals and 19 non-professionals. We measured heart rate in approximately 150 matches. All participants performed a maximum exertion test (Course Navette) to determine the maximum real heart rate (FCMR), maximum consumption of oxygen and recovery capacity.

Among the conclusions that stand out are:

Indoor football has an anaerobic component that is very high, and requires a cardiovascular adaptation between 85/90% of the maximum individual heart rate.

The practice of indoor football requires an adequate VO2 maximum and a great recuperation capacity.

The indoor football player needs great anaerobic and alactic power and capacity and a rapid regeneration of phosphagens. He must be capable of good toleration to stand medium/high levels of lactic acids.

Key words

indoor football, cardiovascular needs, metabolic necessities, maximum consumption of oxygen, heart rate

Resum

El futbol sala és un esport col·lectiu, de col·laboració-oposició, amb una sol·licitació energètica de tipus mixt intermitent (aeròbica-anaeròbica), una sol·licitació muscular general dinàmica alta i una sol·licitació estàtica baixa-moderada. S'identifica amb un tipus d'esforç fraccionat i a intervals amb pauses de recuperació incompletes actives i passives de durada variable. El cor, a causa de les característiques d'aquest esport és probablement l'òrgan que més se sol·licita durant la seva pràctica, i ha de realitzar un gran treball cardiovascular.

El futbol sala té una gran repercussió social al nostre país (actualment existeixen 1.500.000 fitxes federatives) però les investigacions sobre aquest esport continuen sent nul·les o molt escasses. Ens plantejem la realització d'un estudi cardiovascular i una anàlisi de les necessitats energètiques que es produeixen quan es practica regularment.

En l'estudi han participat 3 equips, que han format una mostra total de 33 jugadors: 14 de professionals i 19 de no professionals. Es va registrar la freqüència cardíaca aproximadament en 150 partits. Tots els jugadors van realitzar una prova màxima d'esforç (Course-Navette) per determinar la seva freqüència cardíaca màxima real (FCMR), el consum màxim d'oxigen i la capacitat de recuperació.

Entre les conclusions cal destacar que:

El futbol sala té un component anaeròbic molt elevat i requereix una adaptació cardiovascular entre el 85-90% de la freqüència cardíaca màxima individual.

La pràctica del futbol sala requereix un adequat $VO_{2m\grave{a}x}$ i una bona capacitat de recuperació.

El jugador de futbol sala necessita una gran potència i capacitat anaeròbica alàctica i una ràpida regeneració dels fosfàgens. Ha de ser capaç de tenir una bona tolerància per suportar nivells mitjans-altos d'àcid làctic.

Introducció

El futbol sala és un esport col·lectiu, de situació, on es dona una col·laboració-oposició, amb una sol·licitació energètica de tipus mixt intermitent (aeròbica-anaeròbica), una sol·licitació muscular general dinàmica alta i una sol·licitació estàtica baixa-moderada. És una modalitat que s'identifica amb un tipus d'esforç fraccionat i a intervals, basat en un seguit d'esforços màxims i submàxims produïts de forma intermitent i amb pauses de recuperació incompletes, actives i passives, de durada variable. Aquests intervals, de manera general, no permeten una recuperació completa, i són una successió de processos aeròbics-anaeròbics (J. Álvarez, 2000). Els partits consten de dos temps de 20 minuts de joc efectiu, la durada real acostuma a oscil·lar entre els 75-85 i fins i tot més de 90 minuts. Aquesta variarà d'acord amb les possibilitats que dona el reglament: temps morts, penals dobles, neteja de la pista, intervencions mèdiques, etcètera.

En els seus inicis els canvis eren limitats, però des de l'any 1983 el reglament permet de fer el nombre de canvis que es desitgi i, en conseqüència, la intensitat i el ritme de joc s'han vist elevats considerablement, sense que disminueixin a mesura que transcorre el partit.

El futbol sala es caracteritza per una successió de moviments a màxima velocitat, en espais molt reduïts (5-10 metres), amb canvis continus de direcció i de sentit, seguits per fases de tensió muscular més estàtiques, però de màxima tensió; s'encadenen curses de baixa, mitjana, màxima intensitat amb pauses de recupe-

ració actives i incompletes. Tot plegat fa que les accions esportives s'executin sense avís previ.

L'espai de joc és reduït (20x40 metres) tenint en compte el nombre de jugadors, i en conseqüència la tensió i concentració han de ser màximes tothora, ja que les opcions d'aconseguir gol es poden produir des de qualsevol punt del camp i en qualsevol moment.

Tot el que acabem de dir ocasiona que la càrrega psicològica del partit sigui molt elevada, i si a més a més hi afegim el nombre de jugadors per equip (4 més el porter) fa que la distracció o relaxació d'un dels jugadors de camp sigui en general suficient perquè es trenqui tot l'equilibri de l'equip i el partit es decanti a favor de l'adversari.

La velocitat i agilitat de moviments, el domini espaciotemporal, ha de ser molt alt per poder accelerar i canviar ràpidament i constantment de direcció, en espais reduïts i compartits amb adversaris i companys, per tal d'aconseguir que la precisió dels controls i tots els altres gests esportius es facin en el moment i en el lloc exacte. La proximitat dels adversaris fa que les accions s'hagin de produir de la forma més ràpida i inesperada possible, i en conseqüència els automatismes i estratègies pròpies esdevenen peces fonamentals del rendiment global de l'equip.

En aquesta línia, la coordinació i el control del propi esquema corporal ha de ser també molt alt per poder realitzar amb èxit els sincronismes i automatismes característics d'aquest esport en espais reduïts i a velocitats màximes, sense que això afecti el rendiment i l'eficàcia a mesura que transcorre el partit i la fatiga es va acumulant.

Al futbol sala actual la tàctica col·lectiva és fonamental, i a mesura que pugem de categoria va adquirint més pes específic fins a fer-se imprescindible si es vol que el nivell de joc sigui competitiu. Tots els equips que s'ho valen tenen automatismes ofensius i defensius perfectament definits per a cada situació de joc, que els permeten de contrarestar la tàctica de l'oponent. Aquesta situació fa que en moltes ocasions el ritme de joc sigui

molt elevat, a causa de jugar, com es diu habitualment, "de memòria".

El cor, a causa de les característiques d'aquest esport és, probablement, l'òrgan que més se sol·licita durant la seva pràctica, i ha de realitzar un gran treball cardiovascular.

Justificació

A hores d'ara, al món del rendiment s'està produint una transformació i evolució constants, a causa en gran mesura dels treballs d'investigació de les diferents modalitats esportives, i als ajuts d'altres ciències per millorar el rendiment esportiu; això ens permet de conèixer millor el que succeeix en les situacions de joc des de diferents punts de vista: tècnic, tàctic, psicològic i físic. Cada dia s'intenta de saber amb més precisió el que passa en totes les situacions de joc, per realitzar-ne una anàlisi posterior i intentar de millorar qualitativament o quantitativament en aquesta acció.

El futbol sala té una gran repercussió social al nostre país (actualment existeixen 1.500.000 fitxes federatives) però les investigacions i estudis sobre aquest esport continuen sent nul·les o molt escasses. Som conscients que avui dia cap especialitat esportiva es pot acontentar amb unes referències inespecífiques d'una altra modalitat, per això ens plantejem la realització d'un estudi cardiovascular i una anàlisi de les necessitats energètiques que es produeixen amb la pràctica regular del futbol sala.

Material i mètodes

Per establir l'exigència metabòlica i cardiovascular que necessita la pràctica del futbol sala, vam realitzar un estudi prospectiu, longitudinal en la temporada 1999-2000, en el qual van participar tres equips pertanyents a:

- Divisió d'Honor Espanyola.
- Primera B Nacional.
- Primera Autonòmica.

Com a criteris d'inclusió es va establir:

- Practicar el futbol sala un mínim de tres vegades a la setmana.
- Ser jugador de camp.
- Tenir un mínim de tres registres de la freqüència cardíaca (FC) durant els partits.

Per a estudiar-los els vam dividir en dos grups: professionals i no professionals. Hi havia un total de 33 jugadors de camp, 14 de professionals i 19 de no professionals.

El mètode estadístic emprat per comparar els valors entre els professionals i els no professionals va ser el Test de la *t* de Student per a valors no aparellats.

A tots ells se'ls va realitzar una prova màxima d'esforç de camp (Course-Navette) per determinar-ne la freqüència cardíaca màxima real (FCMR), el consum màxim d'oxigen i la capacitat de recuperació.

Per a l'estudi de la FC vam utilitzar pulsòmetres de la casa Polar, de reconegut prestigi i fiabilitat (J. Álvaro, 1989; R. Astrand, 1985 i A. Blanco i cols. 1993), tipus Accurex Plus; vam programar el monitor per realitzar un enregistrament cada 5 segons durant tota la prova i durant els primers cinc minuts de recuperació després de la prova d'esforç. Posteriorment, aquesta informació es descarrega en el suport informàtic adient per a fer-ne l'anàlisi. En resum, es van registrar, aproximadament, unes 150 preses en partits. La fórmula emprada per al càlcul del $VO_{2m\grave{a}xim}$ va ser:

$$VO_{2m\grave{a}xim} \text{ (ml/kg/min)} = 31.025 + (3.238V) - (3.248e) + (0.1536Ve)$$

on:

V = velocitat de cursa en km/h de l'últim període completat.

e = edat del subjecte.

Resultats i discussió

Resposta cardiovascular als partits

Hi ha estudis que ens aporten dades sobre la resposta del sistema cardiovascular en modalitats d'equip com el futbol (A. Blanco i A. Enseñat, 1998,1999; F. J. Calde-

Taula 1.

Freqüències cardíques mitjanes obtingudes als partits.

	1r PARTIT (p/m)	2n PARTIT (p/m)	3r PARTIT (p/m)
MITJANES TOTALS	164,83 9,29	163,79 12,33	166,86 10,90
PROFESSIONALS	161 9,61	158,80 12,20	165,30 12,71
NO PROFESSIONALS	166,84 8,69	166,42 11,88	167,68 10,09
PROBABILITAT	0,126	0,124	0,614

rón i cols., 1999 i J. Chalazón, 1998), bàsquet (J. L. Chicharro i A. Fernández, 1995; L. J. Chiroso i cols., 1999; R. Colli i M. Faina, 1987; A. Dal Monte i cols., 1987), handbol (E. Domínguez, 1987; M. Faina i cols., 1998; L. Franco, 1998; J. A. Gutiérrez, 1987), hoquei sobre patins (R. Laukanen i P. Virtanen, 1998; R. Laukanen, 1999; L. Leger i M. Thivierge, 1998), etc.; els realitzats sobre el futbol sala són inexistents, per la qual cosa les referències seran sempre a l'estudi realitzat pel nostre grup de treball.

Les dades obtingudes ens donen unes freqüències cardíques mitjanes (taula 1) que ens mostren l'esforç realitzat pels jugadors als partits. No han existit diferències estadístiques significatives entre els grups; presenten un valor mitjà de 165 ± 10 p/m. La dispersió dels valors respecte de la mitjana és alta, cosa que es reflecteix en els rangs de p/m tan amplis donats pels valors mínims i màxims en tots dos grups 141-181.

Els valors obtinguts concorden amb la classificació del futbol sala com a esport mixt, ja que s'hi realitza una successió de processos aeròbics- anaeròbics on es treballa contínuament, per sota i per sobre, de l'anomenat lliandar anaeròbic.

En relacionar les FC mitjanes de cada jugador amb les seves FCMR, vam observar que el futbol sala exigeix una adaptació cardiovascular entre el 85-90% de la FCMR individual. També vam relacionar la FCM obtinguda en la prova d'esforç amb l'assolida en cada partit i el resultat ens mostra que sempre s'arriba a treballar per sobre del 90% de la FCM obtinguda en la prova d'esforç i que, en la majoria dels casos, en algun moment del par-

tit s'arriba a assolir i fins i tot a sobrepassar la FCM obtinguda en la prova d'esforç (taula 2, gràfic 1). Les mostres preses, tenint en compte les diferències significatives trobades, ens donen un tipus de distribució global de la freqüència cardíaca al llarg d'un partit tipus. Podem considerar aquesta distribució com el PERFIL

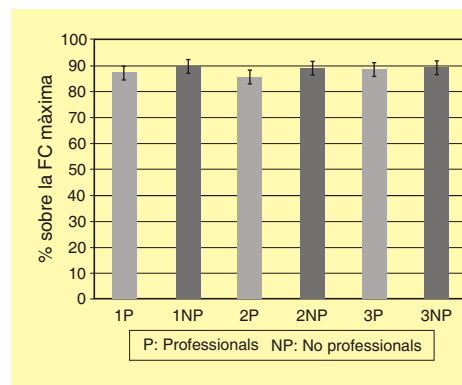
Taula 2.

Intensitat de treball, segons la FCM obtinguda a la Course-Navette i als partits.

% FCM OBTINGUDA A LA COURSE-NAVETTE	NOMBRE DE VEGADES QUE S'ACONSEGUEIX ALS PARTITS	%
<90	0	0
90-95	31	23,3
95-97	31	23,3
97-100	39	29,3
>100	32	24,06

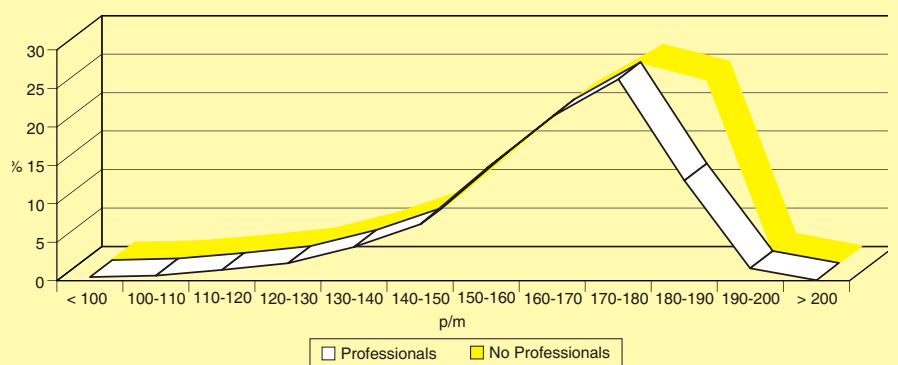
Gràfic 1.

Variacions de l'Adaptació Cardiovascular segons la FC mitjana obtinguda als partits i el % obtingut sobre les FC màximes a la Course-Navette.



Gràfic 2.

Distribució de la FC respecte del % del temps jugat al llarg del partit.



CARDIOVASCULAR GENERAL que es dona en un partit de futbol sala (gràfic 2).

Si sumem el tant per cent del temps de joc en què els jugadors estan entre les 150-190 p/m obtenim una mitjana de 86,1% per als no professionals i de

75,1% per als professionals. Aquestes dades demostren que el futbol sala és un esport de modalitat mixta aeròbica-anaeròbica, basat en esforços de tipus intervàlic-fraccionat, d'intensitat principalment submàxima i màxima, i intercalats

Taula 3.

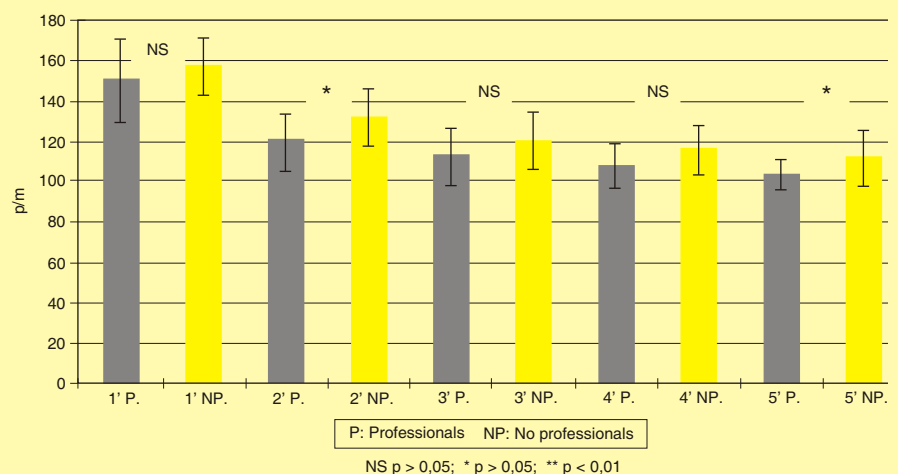
Freqüència cardíaca màxima i la recuperació en els primers 5 minuts després d'acabar la Course-Navette.

MINUT	PROFESSIONAL (p/m)	NO PROFESSIONAL (p/m)	PROBABILITAT
FCM-0	190 6	191 8	0,637
1	149,90 20,33	156,80 13,7	0,267
2	119,00 13,72	131,00 13,7	0,024*
3	112,10 13,63	119,37 14,9	0,182
4	106,90 10,81	115,06 12,6	0,074
5	102,50 07,50	110,8 13,73	0,049*

* p < 0,05 ** p < 0,01.

Gràfic 3.

Recuperació de la Freqüència Cardíaca en els primers 5 minuts després de la Course-Navette.



P: Professionals NP: No professionals

NS p > 0,05; * p > 0,05; ** p < 0,01

amb pauses de recuperació actives i incompletes. El seu component anaeròbic és molt alt; en els no professionals en un 71,52%, i en els professionals en un 60,52%, del temps de joc, es troba entre les 160-190 p/m.

Per entendre millor aquest esport podem consultar els estudis realitzats sobre esforços intermitents que han posat les bases científiques sobre l'entrenament a intervals (Saltin, Essen i Pedersen, 1976; Fox i Mathews, 1974; Astrand, 1992; Gaitanos, Willians, Boobis i Brooks, 1993). Així, la FC durant la recuperació és un paràmetre fonamental per valorar les càrregues d'entrenament a intervals i la condició cardiovascular (J. Massach, 1992).

Com més desenvolupat està el sistema de mitocondris i els enzims responsables del metabolisme aeròbic, més gran serà la capacitat de recuperació del jugador i la seva resistència al cansament. En les pauses del partit, el jugador ben entrenat en resistència es recupera més ràpidament, i de forma més completa, i tindrà més capacitat per efectuar sortides i també podrà regatejar de forma més enèrgica (M. Moreno, 1998). Els jugadors que tinguin una bona capacitat oxidativa podran resintetitzar la fosfocreatina (PC) més ràpidament, cosa que els permetrà de realitzar un major nombre d'esprints, ja que la PC i la glucòlisi anaeròbica donen al múscul l'energia immediata per fer un esforç màxim. La resíntesi de PC per vies oxidatives té un temps mitjà de 20 segons (A. Blanco i A. Enseñat, 1998).

Els resultats del nostre estudi demostren la gran importància d'una bona recuperació del sistema cardiovascular després dels esforços, cosa que permetrà d'estar preparat més aviat per afrontar nous esforços amb garanties d'èxit.

En la recuperació de la FC en finalitzar la Course-Navette veiem que els professionals obtenen en tots els minuts FC més baixes que no pas els no professionals, i donen diferències estadísticament significatives en el minut 2n i 5è. Aquests valors evidencien una millor i més ràpida recuperació després de l'esforç a favor dels professionals (taula 3, gràfic 3).

Lamiel-Luengo (J. Rico, 1997) estableix en 1988 l'IR2, com a l'índex de recuperació, descrit per la caiguda de la FC en el 2n minut postesforç respecte de la relació existent entre la FCM teòrica i la FCM assolida en la prova d'esforç triangular. Aquest paràmetre es considera molt útil per valorar el grau d'entrenament aeròbic dels esportistes.

Els valors obtinguts concorden amb altres estudis realitzats sobre esforços fraccionats, com els de Calderón i cols. (J. Mas-sach, 1992) on conclouen que la FC durant la recuperació constitueix el paràmetre fonamental per valorar les càrregues a intervals i la condició cardiovascular. D'altres autors com Wilmore i Costill, 1994; Gilman, 1996 (F. Rubio i cols., 1993) afirmen que la recuperació de la FC és un bon indicador de la condició física, ja que com millor és la condició física més de pressa es recuperen els valors cardíacs de repòs.

Necessitats metabòliques

Metabolisme aeròbic

La major part de l'energia subministrada per al còmput global dels esforços que es fan en un partit, es produeix pels processos aeròbics, utilitzant el glicogen muscular i hepàtic. Aquesta font d'energia, dependent dels hidrats de carboni, té un paper molt important per garantir un ritme intens durant la competició, però pot exhaurir-se ràpidament:

- Les reserves que en té l'organisme són petites.
- L'exhauriment d'aquestes reserves va acompanyat d'una disminució del ritme de joc.
- Per fer-ne una recuperació completa poden caldre fins a 48 h.

Això pot ser necessari per comprendre:

- Que les reserves de glicogen muscular i hepàtic necessiten estar plenes abans dels partits.
- Retardar tant com sigui possible durant el partit la depleció de les reserves.
- Recuperar les reserves com més aviat millor.

A mesura que transcorre el partit la glicogenòlisi anaeròbica contribuirà en major mesura a la producció d'energia fins que el glicogen intramuscular s'esgoti en determinades parts de la cèl·lula muscular.

Un partit de futbol sala respon a un tipus d'exercici a intervals, basat en esforços fraccionats amb pauses incompletes de recuperació. La potència aeròbica màxima (PAM), a través del consum màxim d'oxigen ($VO_{2m\grave{a}x}$), és un dels aspectes més importants de la condició física d'aquests esportistes. Per determinar el perfil aeròbic dels jugadors de futbol sala vam utilitzar la Course-Navette, on vam obtenir els resultats següents (taula 4).

Les dades obtingudes a la taula 1 han donat diferències estadísticament significatives en el temps de durada de la prova màxima. Entre tots dos grups els valors mitjans de $VO_{2m\grave{a}x}$ han estat de $57,80 \pm 2,53$ ml/kg/min en els professionals i de $54,86 \pm 3,21$ ml/kg/min en els no professionals. Aquests valors presenten una $p = 0,013$, cosa que correspon a una diferència estadísticament significativa.

Els valors de $VO_{2m\grave{a}x}$ obtinguts coincideixen amb els donats per altres estudis sobre el $VO_{2m\grave{a}x}$ en esportistes d'equip com ara futbol (A. Blanco i A. Enseñat, 1998; F. J. Calderón i cols., 1999; F. Treiber i cols., 1989), bàsquet (J. L. Chicharro i A. Fernández, 1995; L. J. Chiroso i cols., 1999), handbol (E. Domínguez, 1987; L. Franco, 1998), hoquei sobre patins (R. Laukanen, 1999; P. Vogelaere i cols., 1985), on el consens estableix que uns valors inferiors als 50 ml/kg/min són deficientes, entre els 50-55 ml/kg/min són normals, 55-60 ml/kg/min, bons i els

superiors als 60 ml/kg/min són excel·lents. Pel que fa als valors precitats, els $VO_{2m\grave{a}x}$ obtinguts pels professionals en el futbol sala es poden considerar com a BONS i com a NORMALS els obtinguts en els no professionals.

L'explicació d'aquests valors ens la dona Astrand (J. Weineck, 1994) el qual ja va dir que és possible realitzar una important quantitat de treball amb una càrrega de treball summament intensa, amb un impacte relativament baix sobre la circulació i la respiració, tot plegat gràcies a la introducció de breus períodes de treball i repòs adequadament espaiats (micropauses). Aquest concepte fisiològic permet que individus en baixa forma i amb una PAM reduïda puguin realitzar treballs i exercicis pesats, sempre i quan puguin regular els temps de treball i de recuperació, de manera que les càrregues sobre la respiració i la circulació no superin els límits de la seva reduïda capacitat.

Un jugador de futbol sala necessita un $VO_{2m\grave{a}x}$ al voltant de 60 ml/kg/min. Pensem que una bona potència aeròbica serà el requisit bàsic per obtenir una alta capacitat de rendiment en el joc. Com millor desenvolupada estigui, de forma més econòmica s'efectuarà la síntesi dels fosfats (ATP, PC), que representen les fonts d'energia més decisives en els exercicis de joc de tipus a intervals. Una alta capacitat aeròbica assegura d'aquesta forma un nivell d'esforç òptim, amb una regeneració, recuperació i no menys important, resistència a l'esforç.

L'alt ritme de joc que es requereix en l'actual futbol sala de competició és impensable sense la corresponent potència aeròbica adequada. Igualment, és determinant en la minimització de les errades tècni-

Taula 4.

Valors assolits en la Course-Navette.

	TEMPS (min)	RECORREGUTS (20 m)	PERÍODES COMPLETATS	$VO_{2m\grave{a}x}$ (ml/kg/min)
PROFESSIONALS	11,62 0,73	114,80 9,15	11,50 0,71	57,80 2,53
NO PROFESSIONALS	10,67 1,10	103,05 13,20	10,42 1,07	54,86 3,21
PROBABILITAT	0,010*	0,010*	0,003**	0,013*

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$.

cotàctiques, ja que amb ella es poden mantenir la concentració i l'atenció durant tot el temps de joc a un nivell constantment alt. En referència al jugador de bàsquet (J. L. Chicharro i A. Fernández, 1995): "per a un jugador de bàsquet, de la mateixa manera que per a altres esports de situació, el seu rendiment no està condicionat per assolir nivells excessivament elevats de VO_2 , però sí que és cert, que si un jugador vol mantenir un ritme, una aportació contínua al joc i una cadència regular, cal mantenir durant la temporada valors que no estiguin per sota dels 50 ml/kg/min".

El jugador entrenat en resistència, gràcies a una sortida psicofísica millor, d'una banda està protegit més efectivament davant les lesions i d'una altra efectua menys faltes, ja que a causa del seu constant nivell de força de desplegament i la seva ininterrompuda capacitat coordinativa no té tanta necessitat de recórrer a solucions d'emergència o a efectuar passades arriscades.

Com més ben entrenat estigui un jugador més trigarà a sobrepassar el llindar anaeròbic en una activitat llarga i intensa, amb la consegüent pèrdua de força a causa de l'acidosi. La bibliografia estableix per regla general que el llindar anaeròbic dels esportistes es troba en un 80% de la capacitat de rendiment màxim. Com més alt sigui el llindar anaeròbic, i per tant la resistència aeròbica, més alt serà el ritme mitjà de joc que es podrà mantenir al llarg del partit.

Weinek (J. Zaragoza, 1996), amb referència al jugador de futbol diu que aquest necessita una resistència bàsica adequada, però aquesta no ha de ser comparativament igual que la d'un atleta. Si s'efectua un entrenament massa orientat a la resistència, els músculs adaptaran les seves característiques a aquesta mena d'esforç. Això convertiria el futbolista en un bon corredor però no necessàriament en un bon futbolista.

De la mateixa manera, fins i tot amb més raó, el desenvolupament excessiu de la capacitat de resistència afectarà de forma negativa el jugador de futbol sala en coses tan importants com la velocitat i la força-potència, a causa d'una influència ne-

gativa sobre les fibres de contracció ràpida (blanques), sobretot les FTII, tipus A, essencials en aquest esport.

Una adequada PAM disminuirà el temps de recuperació necessari entre esforços que serà en molts casos el determinant per al resultat.

L'augment de la condició física dels jugadors i la intensitat actual de joc en els partits fa que cada vegada s'allarguin més les seqüències d'esforços encadenats amb intensitats submàximes i màximes, i en conseqüència la tolerància a l'estrès, a la fatiga, i en termes fisiològics, a l'àcid làctic, és cada vegada més determinant.

Metabolisme anaeròbic

La competició es caracteritza per successives accions explosives (acceleracions, desacceleracions, canvis de sentit, copejaments, driblatges, fintes, bloquejos, salts, etc.) on s'utilitza el metabolisme anaeròbic alàctic (potència) "capacitat de produir energia tan de pressa com es pugui", mitjançant la via dels fosfàgens (ATP-PC), cosa que ens aporta energia sense necessitat d' O_2 . Probablement, aquest metabolisme és el més important en un partit de futbol sala. La majoria de les accions determinants, que decanten els partits cap a un equip o cap a l'altre, es donen en esforços d'una durada no superior a cinc segons, són realitzats a la major velocitat i intensitat possibles i es realitzen gràcies a la via anaeròbica alàctica (concretament a la potència anaeròbica alàctica). Aquesta via d'obtenció d'energia s'exhaureix ràpidament i triga algun temps a recuperar-se (20 segons com a mitjana a través dels processos oxidatius); per això, els jugadors que siguin capaços de realitzar un major nombre d'esforços sense disminuir considerablement el seu rendiment tindran més possibilitats de resultar determinants per al seu equip a mesura que transcorri el partit.

Per tot el que acabem de dir, el jugador de futbol sala ha de tenir una gran resistència a l'esprint. Això li permetrà de realitzar curses curtes a intensitats màximes amb recuperacions incompletes, utilitzant la via anaeròbica alàctica i degradant el fosfagen. Això també li permetrà una alta habilitat en la coordinació del gest tècnic

sense disminuir-ne l'eficàcia a mesura que passa el partit. Si no es dona el temps necessari per a la resíntesi el múscul posarà en funcionament la glucòlisi anaeròbica amb producció d'àcid làctic.

Els canvis d'intensitat repetits, a intervals, requereixen que els jugadors siguin capaços de poder tolerar i eliminar l'acidosi metabòlica produïda durant l'esforç per poder continuar sense disminuir el rendiment. Una bona potència aeròbica els ajudarà resintetitzar més aviat el lactat que s'origina. Aquesta tolerància a la fatiga, al cansament, és un factor molt important en tots els esports on es juga a nivells molt alts d'intensitat.

Avui dia, el jugador de futbol sala ha de desenvolupar el metabolisme anaeròbic làctic, sobretot la potència, i tenir una bona tolerància a nivells mitjans-alts d'àcid làctic.

Cal destacar el gran treball muscular, sobretot excèntric, que es produeix a causa de les màximes desacceleracions que es donen contínuament en un partit i que són les responsables de molts microtraumatismes produïts en la fibra muscular. Per això, s'ha de tenir una gran resistència a la Força Ràpida. Disposar d'un alt percentatge de fibres ràpides i tenir resistència a la fatiga, per poder realitzar accions explosives durant tot el partit.

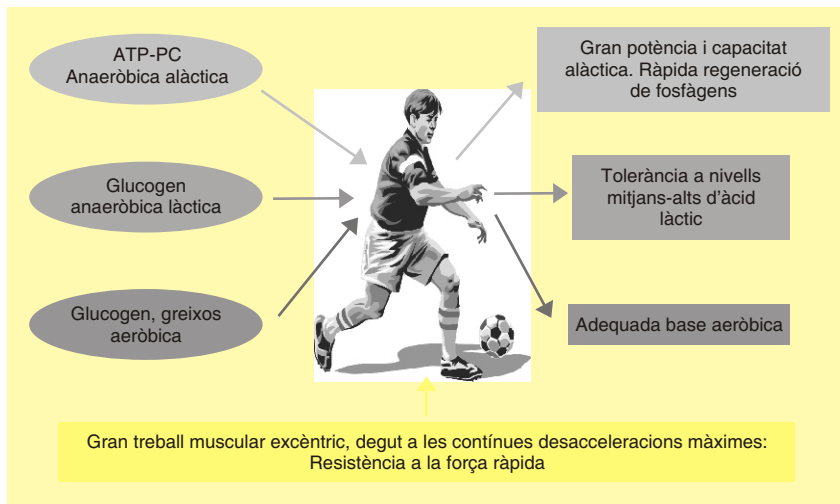
Un millor coneixement tant quantitatiu com qualitatiu de les demandes fisiològiques que es donen en el futbol sala ens permetrà entre d'altres coses:

- Establir un perfil òptim per a aquest esport.
- Detecció de possibles talents.
- Establir pautes d'entrenament als seus diferents nivells.
- Planificar millor les càrregues d'entrenament tenint en compte les característiques pròpies de cada jugador i les d'aquest esport i no les d'altres modalitats esportives.
- Millorar el rendiment esportiu.

Ara com ara, qualsevol investigació que ens ajudi a conèixer millor la lògica interna o externa pròpia del futbol sala serà de gran ajuda per millorar aquest esport i ajudar-lo a evolucionar.

Gràfic 4.

Prestació intermitent, mixta, que sol·licita les diferents vies energètiques. A causa de la seva elevada intensitat i llarga durada provoca els més alts nivells en l'alternança de les vies anaeròbica làctica i làctica sobre un fons de la via aeròbica.



Conclusions

- El futbol sala té un component anaeròbic molt elevat i requereix una adaptació cardiovascular entre el 85-90% de la freqüència cardíaca màxima individual atès que en la majoria dels partits s'arriba a assolir la freqüència cardíaca màxima.
- La pràctica del futbol sala requereix un adequat $VO_{2m\grave{a}x}$ i una bona capacitat de recuperació.
- El futbol sala utilitza alternativament les diferents vies d'obtenció d'energia (gràfic 4).

Durant els esforços de màxima intensitat i breu durada (tirs, 1x1, sortides de pressió, etc.) utilitzarem l'ATP-PC mitjançant la via anaeròbica làctica o dels FOSFÀGENS.

En els encadenaments d'accions, com ara transicions atac-defensa, contraatacs successius, etc., utilitzarem el GLUCOGEN mitjançant la via anaeròbica làctica GLUCÒLISI ANAERÒBICA.

Al llarg del transcurs del partit utilitzarem el GLUCOGEN i els LÍPIDS, mitjançant la via aeròbica o OXIDATIVA.

- El jugador de futbol sala necessita una gran potència i capacitat anaeròbica làctica i una ràpida regeneració dels

fosfàgens. Ha de ser capaç de tenir una bona tolerància per suportar nivells mitjans-alts d'àcid làctic. Ha de tenir una adequada base aeròbica.

Bibliografia

- Álvarez, J.: *Estudio del perfil cardiovascular y metabólico en jugadores profesionales y amateurs de fútbol sala*, Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, juliol 2000.
- Álvaro, J.: "La condició biològica del jugador de handbol", *Apunts*, XXVI (1989).
- Astrand, R.: "Fisiología del ejercicio físico", Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 1985.
- Blanco, A.; Enseñat, A. i Balagué, N.: "Hockey sobre patines: análisis de la actividad competitiva", *RED* (VII), 3 (1993), pàg. 9-17.
- Blanco, A. i Enseñat, A.: "Hockey sobre patines: el esfuerzo del entrenamiento", *RED* (XIII), 4 (1999), pàg. 31-36.
- Blanco, A. i Enseñat, A.: "Valoración directa de la Potencia Aeróbica Máxima en hockey sobre patines", *RED* (XII), 4 (1998), pàg. 29-33.
- Calderón, Fco. J.; González, C.; Mechota, V. i Brita-Paja, J. L.: "Estudi de la recuperació en tres formes d'esforç intermitent: aeròbic, llinard i anaeròbic", *Apunts*, 55 (1999), pàg. 14-19.
- Chazalón, J.: "Preparación física específica del jugador/a de baloncesto", *RED*, II, 3 (1998), maig-juny, pàg. 17-29.
- Chicharro, J. L. i Fernández, A.: "Fisiología del ejercicio", Madrid: Ed. Médica Panamericana, 1995.

- Chirosa, L. J.; Chirosa, I. i Padial, P.: "Variables que determinan la preparación física en balonmano", Revisión. *RED*, (XIII), 1 (1999), pàg. 16-19.
- Colli, R. i Faina, M.: "Investigación sobre el rendimiento en baloncesto", *RED* (I), 2 (1987), pàg. 3-10.
- Dal Monte, A.; Gallozi, C.; Lupo, S.; Marco, E. i Menchinelli, D.: "Avaluació funcional del jugador de basquet i handbol", *Apunts*, 24 (1987), pàg. 243-251.
- Domínguez, E.: "La estructura energética y condicional del fútbol", *Training fútbol*, diciembre, 1987, pàg. 38-54.
- Faina, M.; Gallozi, C.; Lupo, S.; Colli, R. i Martini, C.: "Definition of the physiological profile of the soccer player", *Science and football*, Londres-Nova York, (1998), pàg. 158-163.
- Franco, L.: "Fisiología del baloncesto", *Archivos de Medicina del deporte*, (XV), 68 (1998), pàg. 471-477.
- Gutiérrez J. A.: "Perfil fisiológico del jugador de balonmano de alto rendimiento", *Apunts*, XMV, 163 (1987).
- Laukanen, R. i Virtanen, P.: "Heart rate monitors -state of the art", *J. Sports Sci., Suppl.* 16 (1998), S3-S7.
- Laukanen, R.: "Exercise and heart rate", *Polar Electro Oy*, 1999.
- Leger, L. i Thivierge, M.: "Heart rate monitors: validity, stability and functionality", *Physician and Sports Med.*, 16(5)(1998), pàg. 143-151.
- Massach, J.: "Valoración y control aeróbico-anaeróbico del jugador de fútbol", *Rev. EEE*, 53 (1992), pàg. 38-51.
- Moreno, M.: "Conceptos generales sobre la evolución del juego y su entrenamiento", *Training fútbol*, septiembre, 31 (1998), pàg. 8-14.
- Rico, J.: "Evaluaciones fisiológicas en futbolistas", *Archivos de Medicina del Deporte*, (XIV), 62 (1997), pàg. 485-491.
- Rubio, F., Franco, L., Peral, R. i Boqué, M.: "Perfil antropométrico i funcional del jugador d'hoquei sobre patins", *Apunts, Medicina de l'esport*, XXX, 115 (1993), pàg. 23-29.
- Treiber, F.; Musante, L.; Hardagan, S.; Davis, H.; Levy, M. i Strong, W.: "Validation of a heart rate monitor with children in laboratory and field settings", *Med. Sci Sports Exerc.*, 21 (3) (1989), pàg. 338-342.
- Vogelaere, P.; Balagué, N. i Martínez, N.: "Fútbol: aproximació fisiològica", *Apunts, medicina de l'esport*, XXVII (1985), pàg. 103-106.
- Weineck, J.: "Fútbol total", Barcelona: Ed. Paidotribo, 1994.
- Zaragoza, J.: "Baloncesto: conclusiones para el entrenamiento a partir del análisis de la actividad competitiva", *RED* (X), 2 (1996), pàg. 21-27.