

VALORACIÓ FUNCIONAL DEL JUGADOR D'HOQUEI SOBRE PATINS

*Ferran A. Rodríguez,
Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Barcelona,
Departament de Ciències Mèdiques,
Institut Dexeus, ICATME, Servei de Medicina de l'Esport.*

Resum

Aquest treball pretén l'estudi de les bases fisiològiques i energètiques necessàries per poder fer una valoració funcional genèrica i específica del jugador d'hoquei sobre patins.

Tanmateix, es presenten les bases metodològiques i protocols de valoració fisiològica emprats per l'autor, tant en laboratori com en pista. En aquest apartat es proposen algunes proves específiques desenvolupades recentment per tal de valorar la capacitat metabòlica aeròbica i anaeròbica. S'aporten, també, dades de referència obtingudes de jugadors amb un elevat nivell de rendiment.

Introducció

L'hoquei sobre patins és un esport d'equip amb un alt nivell d'exigència física, tècnica i tàctica. El rendiment depèn, per una part, de les capacitats

individuals de cada jugador i, per una altra, de les capacitats conjuntes i d'interacció de tots els components de l'equip. Aquests factors o capacitats motrius, que acostumen a classificar-se en condicionals, coordinatives i cognitives, són potenciades al màxim a través d'un fenomen adaptatiu complex: l'entrenament.

L'aplicació sistemàtica de proves de valoració funcional específiques a esportistes d'elevat rendiment permeten l'obtenció d'una valuosa informació sobre aspectes rellevants de la seva fisiologia, condició física i adaptació a l'entrenament (Rodríguez, 1989), entre d'altres:

- la capacitat funcional i els mecanismes d'adaptació fisiològica davant situacions de sol·licitació màxima.
- el perfil o model de la resposta funcional que caracteritza la prestació esportiva.
- l'especificitat, validesa i fiabilitat de les pròpies proves de valoració funcional.

- la participació de les diferents vies metabòliques de producció de l'energia necessària per al rendiment.
- les diferències en la resposta fisiològica, condicionada per variables biològiques com ara l'edat, el pes, el sexe, etc., determinades pels reglaments de la competició.
- l'establiment d'elements objectius de selecció d'individus amb capacitat física o coordinativa especial per a l'alt rendiment esportiu requerit.
- la identificació i el mesurament d'aspectes fisiològics rellevants en el procés de planificació, programació, realització i control de l'entrenament, la definició de la seva intensitat, la valoració dels mecanismes i dinàmica de la resposta adaptativa, etc.

El present article té com a objectius:

- 1) considerar les bases fisiològiques i condicionals per a una valoració funcional genèrica i específica del jugador d'hoquei sobre patins,



- 2) presentar i discutir les bases metodològiques i protocols emprats actualment, tant en laboratori com en la pista, i
- 3) presentar dades de referència de jugadors d'elevat nivell.

Alguns elements per a un model condicional i funcional de l'hoquei sobre patins

L'esforç específic de l'hoquei sobre patins, segons Porta i Mori (1983), ve "caracteritzat per la complexitat dels procediments tècnico-tàctics i el desenvolupament continuat a gran velocitat". Conseqüentment, consideren que el jugador d'hoquei ha de desenvolupar la seva resistència com a qualitat física condicional bàsica i indispensable. La resistència anaeròbica seria necessària a un nivell màxim, segons aquests autors, per a: 1) realitzar eficientment els nombrosos canvis de ritme i direcció d'intensitat màxima i submàxima que requereixen els desplaçaments, i 2) augmentar la quantitat i intensitat del treball en els enfrontaments. La resistència aeròbica, en un segon nivell, seria necessària per a: 1) mantenir un nivell de joc durant tot el període competitiu, 2) mantenir un nivell - ritme - de joc elevat i constant durant el partit, 3) millorar la seva resistència anaeròbica (sic) retrassant l'aparició de la fatiga i escurçant el temps de recuperació, i 4) desenvolupar adequadament les altres qualitats motrius. Per a aquests i per a Mori (1988), els nivells de demanda d'ambdues qualitats són clarament inferiors en els porters.

També des del punt de vista condicional, Martín (1989) considera la resis-

tència a la velocitat -capacitat alàctica i i làctica (sic)- de la màxima importància, juntament amb la força i la força-resistència. La resistència general -capacitat i potència aeròbica- ocuparia un segon nivell d'importància, juntament amb la força màxima. La mobilitat articular i la flexibilitat muscular estarien en tercer nivell. Tots els autors citats coincideixen a considerar la resistència anaeròbica com la més necessària, més que la resistència aeròbica.

Quan intentem traduir el llenguatge derivat de la terminologia pròpia del camp d'entrenament -que podríem anomenar condicional- a l'específica de la fisiologia o la valoració funcional, basada en conceptes de bioenergètica, sorgeixen algunes dificultats. Seria precisa una discussió àmplia i documentada per tal d'establir les equivalències o matitzacions de manera universal. Per una altra part, quan considerem aquests elements de bioenergètica, trobem un buit enorme en la literatura. Aquesta mancança, entre d'altres raons, ens dugué a un grup d'investigadors a unir esforços per recollir i analitzar de manera associada dades relatives a les característiques de les demandes condicionals, funcionals i cinemàtiques pròpies de l'hoquei rodant. Es remet el lector als treballs d'Hernández, Agudo i Rodríguez et al. (1991), en aquest mateix número.

L'hoquei sobre patins es considera, des del punt de vista fisiològicobiomecànic, com un esport aeròbic-anaeròbic altern (Dal Monte, 1983), on es produeixen demandes alternants de les tres vies de producció d'energia. La intensitat dels esforços característics de les diferents accions de joc, incloent els desplaçaments -atacs, con-

traats, defensa, etc.- sol ser elevada, i alterna amb fases d'intensitat baixa o molt baixa. Per una altra part, la duració real dels enfrontaments, entre 70 i 90 minuts, exigeix un nivell considerable de resistència aeròbica. Aquesta observació vindria ratificada pel gran volum de treball realitzat pels jugadors durant l'enfrontament, uns 16 km recorreguts en un partit internacional d'alt nivell, en desplaçaments curts, d'una distància mitjana de 10 m (Aguado, 1991). La major part d'aquesta distància és recorreguda a velocitats baixes o mitjanes ($2-6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), si bé les acceleracions i desaceleracions contínues fan difícil la quantificació, fins i tot estimativa, de la demanda energètica total. Gairebé no s'observen diferències entre defensors i davanters ni en volum ni en intensitats relatives. És molt probable que el temps emprat en les accions executades a intensitats inferiors -accions de recolzament, temps morts, passades estàtiques, etc.- permeti, en funció del nivell de resistència aeròbica de cada subjecte, recuperar parcialment el deute d'oxigen originat en les accions ràpides o intenses.

Poden obtenir-se algunes conclusions de les característiques fisiològiques dels jugadors d'elevat nivell -veure més endavant-, si es consideren indicadores de les demandes adaptatives imposades per la competició. Esent un esport d'equip de duració mitjana (70-90 minuts), els nivells de potència aeròbica màxima - $\dot{V}O_2 \text{ max}$ / pes entre 50 i 62 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ - són mitjos en comparació amb altres esports en general, i elevats si es comparen amb altres esports d'equip (vegeu Taula 1). Aquestes dades suggereixen que la demanda aeròbica és, a més de mantinguda, intensa.

D'altra banda, els nivells d'àcid làctic que són capaços de produir i acumular en la sang quan realitzen proves anaeròbiques làctiques -entre 14 i 19 mmol.l⁻¹ en una prova de 2.5 minuts de durada mitja, descrita més endavant- són molt elevats i corresponen a una capacitat glicolítica important.

Comentat tot això, hem, però, d'afirmar que un estudi bioenergètic adequat és assignatura pendent de la investigació fisiològica aplicada a l'hoquei rodant. Dades experimentals obtingudes directament de la competició, difícils d'obtenir per un altre mitjà, podrien permetre un millor coneixement de les demandes energètiques i fisiològiques, i establir millor les característiques condicionals. Aquesta informació seria de gran interès i aplicabilitat en el camp del control i optimització de l'entrenament, i de la valoració funcional.

Procedirem ara a presentar i discutir les bases metodològiques i protocols emprats en l'actualitat en la valoració morfològica i funcional del jugador d'hoquei, tant en laboratori com en pista, així com també els resultats obtinguts per jugadors d'alt nivell.

Valoració morfològica: cineantropometria

La cineantropometria, branca científica entre l'anatomia funcional i la fisiologia, gràcies als estudis amb esportistes d'elevat rendiment, especialment els olímpics (Carter, 1984), ha permès l'elaboració de sistemes de valoració i models de referència de la composició corporal, el somatotip -morfològia corporal- i la proporcionalitat. Algunes d'aquestes característiques són

Taula 1. VALORS TÍPICS DE $\dot{V}O_{2MAX}$ EN ESPORTISTES D'ÉLITE DE DIFERENTS ESPECIALITATS (ADAPTAT DE NEUMANN, 1990). S'INCLOEN ELS VALORS TÍPICS DE JUGADORS D'HOQUEI SOBRE PATINS D'ALT NIVELL (DADES PRÒPIES).

Esports de resistència		Judo	55-60
Atletisme (fons)	75-80	Esgrima	45-50
Esquí nòrdic	75-78		
Biathló	75-78	Esports de potència	
Ciclisme de carretera	70-75	Ciclisme de velocitat	
Atletisme (mig fons)	70-75	(200 m en pista)	55-60
Patinatge sobre gel	65-72	Atletisme de velocitat	
Carrera d'orientació	65-72	(100-200 m)	48-52
Natació	60-70	Salt de llargada	50-55
Rem	65-69	Salt amb perxa	45-50
Ciclisme en pista	65-70	Proves combinades (decatló)	60-65
Piragüisme	60-68	Combinada nòrdica	
Marxa atlètica	60-65	(15 km salt)	60-65
		Halterofília	40-50
Esports d'equip (jocs)		Llançament (disc, pes)	40-45
Hoquei sobre patins*	50-62*	Llançament de javelina	45-50
Handbol	55-60	Esquí de salts	40-45
Hoquei sobre gel	55-60		
Voleibol	55-60	Esports tècnico-acrobàtics	
Futbol	50-57	Esquí alpí	60-65
Bàsquet	50-55	Patinatge artístic	50-55
Tennis	48-52	Gimnàstica	45-50
Tennis de taula	40-45	Vela	50-55
		Tir	40-45
Esports de combat			
Boxa	60-65		
Lluita	60-65		

* Dades pròpies (n=55; $\bar{x}$ =56.2; Sx=5.71; rang=43.1-69.1). S'indica la mitjana $\pm$ 1 desviació estàndard.

molt específiques de certes especialitats esportives, no podent ser obviades en un context global d'avaluació (Rodríguez, 1989).

Porta i Mori (1983) consideren l'interès que poden tenir les característiques biotipològiques en l'estudi del jugador d'hoquei; aporten,



fins i tot, alguns models teòrics ideals de dimensions corporals i somatotip per a les diferents demarcacions, però que no sostenen amb dades estadístiques o experimentals. De fet, no tenim coneixement de dades biomètriques completes en jugadors d'alt nivell que hagin estat publicades en literatura, exceptuant les de Martín (1989), referides a valors mitjans de talla, pes i envergadura.

Per la seva amplitud, no és oportú descriure aquí el mètode cineantropomètric, emprat per a l'estudi morfològic del jugador, i que comprèn l'antropometria sistemàtica, l'anàlisi de la composició corporal, el càlcul del somatotip i de la proporcionalitat. Remetem el lector a l'article de Ross et al. (1990).

A la Taula 2 presentem un resum de les característiques antropomètriques i biotipològiques de jugadors d'elevat nivell. Aquestes dades estadístiques corresponen a jugadors de l'equip A. A. Noia*, campió d'Europa (1989), selecció preolímpica ADO'92 (1990), selecció nacional d'Espanya absoluta, campiona del Món (1989), i un grup conjunt de jugadors d'élite.

L'hoquei rodat no és un esport de rendiment precoç. Observem que l'edat per a l'alta competició es distribueix en un rang d'entre 20 i 30 anys, amb mitjanes de 22 - 25 anys.

Les dimensions corporals dels jugadors d'élite són mitjanes en comparació amb d'altres esports (Taula 2). La talla mitjana dels grups estudiats, representatius de l'élite mundial, és de 174.7 cm. El pes mitjà és de 71.12 kg. Les dimensions dels porters tendeixen

Taula 2. CARACTERÍSTIQUES ANTROPOMÈTRIQUES I BIOTIPOLOGIQUES DE JUGADORS D'HOQUEI SOBRE PATINS D'ALT NIVELL (A.A. NOIA, CAMPÍO D'EUROPA 1989, SELECCIÓ PRE-OLÍMPICA ADO'92 1990, SELECCIÓ NACIONAL D'ESPANYA ABSOLUTA, CAMPIONA DEL MÓN 1989, I UN GRUP CONJUNT DE JUGADORS D'ÉLITE)¹.

	AA. Noia n=8	A.D.O. '92 n=20	Selecció Espanya n=9	Grup élite n=51
Edat, anys	23.12 2.5 29-20	22.5 1.6 25-20	25.0 2.45 30-21	22.53 2.68 30-17
Talla, cm	176.4 3.6 180.5-170	174.3 4.7 181-165	176.2 3.9 181.5-170	174.73 4.82 188-164.7
Pes, kg	72.4 7.6 84.5-61.8	71.7 6.7 81-62.8	75.9 4.3 81.7-69	71.12 6.38 85.5-61.2
Greix² corporal %	6.97 1.20 8.80-5.51	7.66 0.77 9.6-6.72	9.08 1.99 13.6-6.65	7.89 1.67 17.06-5.51
Somatotip mitjà³, Endo	1.68 0.45 2.23-1.09	2.19 0.28 2.73-1.66	2.37 0.44 3.2-1.7	2.25 0.54 4.33-1.09
Meso	4.82 0.89 6.3-3.1	5.17 1.15 8.03-3.11	6.27 0.58 6.9-5.3	5.03 1.07 8.88-3.11
Ecto	2.48 1.02 4.74-1.14	2.26 0.92 3.83-0.80	1.93 0.54 2.7-1.0	2.49 1.17 7.5-0.24

¹ Es presenten, per ordre vertical, la mitjana ($\bar{x}$), desviació estàndard (S_x) i el rang (màx-mín).

² Carter et al., 1982, basat en Yuhasz (alguns valors han estat calculats a partir de l'equació de Faulkner).

³ Heath i Carter, 1967.

a ser menors. El greix corporal, estimat mitjançant el mesurament de sis plecs cutanis, és també mitjà, al voltant del 7.89 % del pes total.

Quant al somatotip, els valors mitjans reflecteixen un predomini de la mesomòrfia -desenvolupament músculo-esquelètic relatiu-, i un equilibri entre endomòrfia -adipositat relativa- i ectomòrfia -linealitat relativa- (Taula 2). El somatotip mitjà és un mesomòrfic equilibrat. La major part dels somatotips corresponen a mesomòrfics equi-

librats, ectomesomòrfics i mesoectomòrfics.

Resumint, podem afirmar que els millors jugadors d'hoquei podrien descriure's globalment com a subjectes de dimensions mitjanes, poc adiposos, i de bon desenvolupament muscular. No observem diferències clares per demarcacions, exceptuant els porters, que solen ser de dimensions menors, encara que la gran variabilitat fa que aquesta no s'hagi de considerar una diferència normativa.

* A.A. Noia-Freixenet (fins la temporada 1989-1990 inclosa). En l'actualitat, A.A. Noia-Rom Negríta.

Valoració funcional: proves de laboratori

Les proves ergomètriques de laboratori, acompanyades de mesurament de paràmetres espiromètrics -ergo-espirometria- constitueixen el mitjà d'exploració metabòlica bàsic i més estès en el camp de la valoració funcional. Són emprats fonamentalment per mesurar: 1) el consum màxim d'oxigen ($\dot{V}O_2 \text{ max}$), índex de potència aeròbica màxima; 2) els llinars ventiladors aeròbic i anaeròbic (UAe, UAn), índex de resistència aeròbica; 3) la potència ergomètrica màxima (P_{max}); i 4) diferents paràmetres d'eficiència cardio-circulatòria, respiratòria i metabòlica durant l'esforç (MacDougall et al., 1982, Dal Monte, 1983, Rodríguez, 1989).

Els ergòmetres emprats en la valoració són el cicloergòmetre i la cinta rodant. Encara que són proves que no permeten l'especificitat de desplaçament -fins al moment no coneixem cap ergòmetre específic que permeti l'avaluació d'un subjecte desplaçant-se sobre patins-, hi ha un consens en la seva adequació per a l'estudi de l'adaptació cardio-respiratòria genèrica a l'esforç, sempre que es compleixin certes condicions d'estandarització, progressió de la càrrega, duració de la prova, etc., que no analitzem en aquest article (Mellerowicz i Smoldaka, 1981, MacDougall et al., 1982, Dal Monte, 1983, Buchfuhrer et al., 1983, Rodríguez, 1989). Les proves més emprades són les de tipus continuat, progressiu triangular i màxim, que permeten mesurar paràmetres màxims i a la vegada estudiar la transició aeròbica-anaeròbica.

A continuació exposem les proves que hem emprat en la valoració de ju-

gadors d'hoquei d'alt nivell i alguns dels resultats obtinguts.

Prova ergoespiromètrica màxima progressiva en cicloergòmetre

Per a la valoració en cicloergòmetre hem utilitzat una prova de valoració genèrica, amb un protocol triangular, progressiu i màxim, amb càrregues d'un minut de durada (Rodríguez, 1985)

Objectiu: valorar genèricament l'adaptació cardio-respiratòria i metabòlica a l'esforç màxim progressiu, la potència aeròbica màxima i la resistència aeròbica del jugador d'hoquei sobre patins, mitjançant un esforç màxim progressiu en cicloergòmetre.

Material: cicloergòmetre electromagnètic. Electrocardiògraf i monitor ECG. Ergoespirometre de circuit obert amb analitzadors d' O_2 i CO_2 . Instrumental i instal·lació propis d'un laboratori d'ergometria (desfibril·lador, material d'urgència, vàlvules respiratòries, electrodes, etc.).

Descripció: després de la calibració de l'utillatge, es procedeix a la col·locació dels electrodes CM5 per al control ECG i de la freqüència cardíaca i la col·locació de la vàlvula respiratòria. La prova consisteix a pedalejar a una freqüència de 60-70 rpm fins a l'esgotament. La càrrega inicial es de 25 w i s'incrementa en 25 w cada minut. Els paràmetres espiromètrics es registren cada 30 segons o de manera continuada (sistema breath by breath). Per la descripció detallada de la prova i dels paràmetres registrats i analitzats -càlculs dels llinars, interpretació dels paràmetres màxims, etc.-, consulteu Rodríguez (1985 i 1989).

Valoració: no és la nostra intenció descriure de manera exhaustiva en la seva complexitat la valoració de les

dades (veure bibliografia citada), però la resumirem de la manera següent:

1. Paràmetres electrocardiogràfics. El traçat electrocardiogràfic (ECG) i la freqüència cardíaca (F_c) són els més rellevants. També l'estudi de la tensió arterial (TA) resulta de gran interès durant l'esforç. Informen sobre les característiques clíniques i funcionals de l'adaptació cardiovascular a l'esforç. La corba d' FC durant l'esforç i la recuperació faciliten informació rellevant sobre la condició cardiovascular i aeròbica.
2. Paràmetres ergoespiromètrics. Els més importants són:
 - Ventilació pulmonar ($\dot{V}E$) i freqüència respiratòria (FR), indicadors de la magnitud i freqüència de la funció pulmonar.
 - Consum d'oxigen ($\dot{V}O_2$), que pot ser analitzat en funció de la càrrega de treball o altres paràmetres funcionals -per a estudis d'eficiència energètica, respiratòria o metabòlica-, o bé considerat en el seu valor màxim ($\dot{V}O_{2\text{max}}$), i en termes absoluts o en relació a la massa corporal com a índex de potència aeròbica.
 - Producció de diòxid de carbó ($\dot{V}CO_2$), emprat com a paràmetre indicador dinàmic de la participació de la glicolisi làctica anaeròbica, i per tant estimatiu del llinar anaeròbic ventilador i en certa manera de l'acidosi làctica.
 - Índexs derivats dels paràmetres anteriors, com el pols d'oxigen ($\dot{V}O_2/F_c$), el coeficient aeròbic ($\dot{V}O_2/kg$), el cocient respiratori ($QR = \dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$), l'equivalent ventilador de l'oxigen ($\dot{V}e/\dot{V}O_2$) i del diòxid de carbó ($\dot{V}e/\dot{V}CO_2$), i un llarg etcètera. Analitzats de



manera conjunta amb alguns dels anteriors permeten el càlcul dels llindars aeròbic (UAe) i anaeròbic (UAn), índexs de resistència aeròbica.

3. Paràmetres ergomètrics. El més important es la potència final (P_{max}), índex de la potència ergomètrica màxima del subjecte. Cal recordar que aquest paràmetre és inespecífic, però hem observat una bona relació amb característiques de força-resistència d'extremitats inferiors, fonamentals per al desplaçament en pista durant la competició.

A la Taula 3 presentem resultats de les proves descrites, d'un grup de jugadors d'hoquei sobre patins d'alt nivell. Aquestes dades estadístiques corresponen a deu jugadors -vuit de camp i dos porters- de l'equip campió de la Lliga Espanyola i de la Recopa d'Europa 1988-89 (A.A. Noia).

És important ressaltar que la major part dels paràmetres explorats arriben als valors òptims en les fases de temporada, on s'efectuen majors volums de preparació orgànica general i entrenament aeròbic -període preparatiu- i no durant el període competitiu. Hem comprovat una estabilització i àdhuc decrement lleu en alguns dels paràmetres més rellevants i en alguns subjectes.

El control evolutiu mitjançant aquestes proves té els següents objectius principals: 1) establir el nivell de condició orgànica -segons els paràmetres i qualitats condicionals descrits- dels diferents jugadors, 2) determinar decrements importants en aquest nivell durant la temporada o eventualment, o objectivar certes millores produïdes per programes de preparació específics, i 3) comparar l'evolució al llarg de les diferents temporades.

És una observació pràcticament cons-

tant que els jugadors que desenvolupen un millor nivell de prestació física durant la competició es col·loquen als nivells més alts de les escales de referència en els paràmetres descrits, i mantenen aquest nivell de manera més estable. Els porters solen, en canvi, exhibir nivells clarament inferiors de condició orgànica valorada mitjançant aquestes proves de laboratori.

Prova ergoespiromètrica màxima progressiva en cinta rodant

Per a la valoració en cinta rodant hem emprat una prova de valoració genèrica, amb un protocol triangular, progressiu i màxim, amb càrregues d'un minut de durada i pendent lleuger constant.

Objectiu: valorar genèricament l'a-

daptació cardio-respiratòria i metabòlica a l'esforç màxim progressiu, la potència aeròbica màxima i la resistència aeròbica del jugador d'hoquei sobre patins, a través de la carrera d'intensitat progressiva i màxima en cinta rodant.

Material: cinta rodant amb motor elèctric i velocitat regulable (0-25 km/h mínim) i control del pendent (5%). Electrocardiògraf i monitor ECG. Ergoespirometre de circuit obert amb analitzadors d'O₂ i CO₂. Instrumental i instal·lació propis d'un laboratori d'ergometria (desfibril·lador, material d'urgència, vàlvules respiratòries, electrodes, etc.).

Descripció: després de la calibració de l'instrumental es procedeix a la col·locació dels electrodes CM5 per

Taula 3. RESULTATS DE PROVES ERGOESPIROMÈTRIQUES EN CICLO-ERGÒMETRE EN JUGADORS D'HOQUEI SOBRE PATINS D'ALT NIVELL (A. A. NOIA 1988-1989, CAMPÍO DE LA LLIGA ESPANYOLA I DE LA RECOPA D'EUROPA).

(n=10)	Mitjana	Sx	Rang
Potència màxima (P_{max}), w	297.5	24.9	325-250
Freq. cardíaca màxima (FC_{max}), bat·min ⁻¹	188.4	10.0	202-178
Índex ergomètric (P_{max}/pes), w·kg ⁻¹	4.12	0.53	5.11-3.19
Consum màxim d'O ₂ ($\dot{V}O_{2max}$), l·min ⁻¹	3.59	0.58	4.39-2.46
$\dot{V}O_{2max}/pes$, ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	49.61	8.84	61.8-37.6
Llindar anaeròbic (UAn), % $\dot{V}O_{2max}$	84.04	4.69	92.5-76.4
Llindar anaeròbic (UAn), w	255.0	23.0	300-225
Eficiència aeròbica ($\dot{V}O_{2max}/P_{max}$), u.	11.96	1.19	13.5-9.8

al control ECG i de la freqüència cardíaca i a la col·locació de la vàlvula respiratòria. La prova consisteix a córrer sobre la cinta rodant, amb un pendent constant lleuger (5 %), a velocitats progressivament majors fins a l'esgotament.

Després d'un breu període d'adaptació a l'ergòmetre i explicacions sobre la prova, aquesta s'inicia a la velocitat de 8 km/h durant 4 minuts. A continuació s'incrementa la velocitat en 2 km/h cada minut, fins a l'esgotament. Els paràmetres espiromètrics es registren cada 30 segons o de forma continuada (sistemes breath by breath).

Valoració: la valoració és molt similar a la descrita a l'apartat anterior per a proves en cicloergòmetre, exceptuant la potència màxima (P_{max}). Aquesta resulta d'un càlcul complex en la cinta rodant. En conseqüència, la velocitat final, expressada en km/h, és considerada com a índex de potència ergomètrica màxima. En qualsevol cas, la resta de paràmetres -cardiocirculatoris i ergoespiromètrics- són considerats els de major rellevància. En la comparació absoluta d'aquestes dades s'ha de tenir en compte el pendent utilitzat.

Una observació important és que els valors ergoespiromètrics màxims són al voltant d'un 12-15 % superiors als registrats en les proves en cicloergòmetre (veure Taules 3 i 4), coincidint amb la major part de dades de la literatura especialitzada per a la majoria d'esports, exceptuant el ciclisme (MacDougall et al., 1982, Dal Monte, 1983). Les causes provables són: 1) una major massa muscular activa en l'esforç durant la carrera, 2) una major similitud biomecànica entre carrera i patinatge, i 3) una més gran fatiga local en l'acte de pedaleig degut a l'ús de grups musculars me-

nors i poc específics. Aquesta circumstància ens dugué en el seu moment a preferir les proves en cinta rodant en la valoració dels jugadors d'hoquei sobre patins.

A la Taula 4 presentem resultats obtinguts en les proves descrites de diferents grups de jugadors d'hoquei sobre patins d'alt nivell. Aquestes dades estadístiques corresponen a jugadors de l'equip campió de la Supercopa d'Eu-

ropa 1989-1990 (A.A. Noia), selecció preolímpica 1990 (ADO'92) i selecció nacional d'Espanya absoluta, campiona del Món 1989.

La potència aeròbica màxima dels jugadors d'élite és considerable. Els valors mitjans de $\dot{V}O_2$ max relatiu al pes, entre 43.1 i 69.1 ml·kg⁻¹·min⁻¹. (n=55; $\bar{x}$ =56.2; Sx=5.71) són equiparables, amb avantatge, a la majoria dels esports en equip -bàsquet, futbol, hoquei

Taula 4. RESULTATS DE PROVES ERGOESPIROMÈTRIQUES EN CINTA RODANT EN JUGADORS D'HOQUEI SOBRE PATINS D'ALT NIVELL (A.A. NOIA, CAMPÍO DE LA SUPERCOPA D'EUROPA 1989-1990; SELECCIÓ PREOLÍMPICA ADO'92, 1990; SELECCIÓ NACIONAL D'ESPANYA ABSOLUTA, CAMPIONA DEL MÓN 1989).*

	AA.Noia n=8	A.D.O.'92 n=20	Selecció Espanya n=8
Càrrega màxima (5% inc.) ($\dot{V}_{max}$), km·h ⁻¹	16.2 1.5 18-14	17.5 1.2 20-16	17.75 1.2 20-16
Freq. cardíaca màxima (FC_{max}), bat·min ⁻¹	183.2 4.7 189-175	191.2 6.7 202-180	187.3 5.5 198-180
Consum màxim d'O₂ ($\dot{V}O_{2max}$), l·min ⁻¹	4.20 0.33 4.66-3.79	3.96 0.42 4.62-3.22	4.13 0.27 4.55-3.78
$\dot{V}O_{2max}$/pes, ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	58.43 6.13 69.1-45.9	55.47 4.83 62.5-43.1	54.93 3.52 59.5-50.5
Llindar aeròbic (UAe), % $\dot{V}O_{2max}$	66.24 3.50 75.0-58.2	63.45 5.83 74.6-52.1	64.32 5.70 74.6-53.9
FC llindar aeròbic (FCUAe), bat·min ⁻¹	152.2 4.58 160-145	153.4 8.0 163-135	151.2 7.85 163-135
Llindar anaeròbic (UAn), % $\dot{V}O_{2max}$	90.13 3.23 94.8-83.6	86.08 5.97 98.4-74.2	86.54 5.28 95.7-77.9
FC llindar anaeròbic (FCUAe), bat·min ⁻¹	176.0 4.66 182-167	177.8 9.1 191-156	174.5 9.67 191-156

* Es presenten, per ordre vertical, la mitjana ($\bar{x}$), desviació estàndard (Sx) i el rang (máx-mín).



sobre gel, etc.-, i inclús a alguns esports individuals (veure Taula 1). Els valors més baixos observats corresponen als porters, i solen ser un 15-20 % inferiors als dels jugadors de camp.

Valoració funcional: proves de camp

L'esforç tecnològic que ha caracteritzat la valoració funcional clàssica de laboratori, basada en l'ergometria, no és l'únic per arribar a l'objectiu desitjat de l'especificitat en la valoració del gest esportiu, i fins i tot potser no hagi estat el més efectiu en el cas concret de l'hoquei rodant. Un altre camp d'investigació i aplicació el constitueixen les denominades proves de camp. Consisteixen a utilitzar el registre de paràmetres fisiològics i funcionals durant l'esforç en el propi terreny esportiu amb la finalitat d'obtenir informació sobre la capacitat funcional dels esportistes o sobre la participació de les diferents vies metabòliques. Tal com veurem, la utilització de sistemes basats en la determinació de la lactacidèmia -concentració sanguínea de lactat-, o en el registre de freqüència cardíaca en funció de la velocitat de desplaçament o l'execució d'accions motrius específiques, han donat alguns resultats prometedors en la valoració funcional del jugador d'hoquei sobre rodes.

Prova de valoració de la resistència anaeròbica làctica específica (Rodríguez i Martín, 1989)

És una prova basada en un test esportiu-motriu desenvolupat per Martín el 1986, publicat el 1989 i adaptat mitjançant l'enregistrament i anàlisi de dades fisiològiques. Consisteix a

l'execució d'un sèrie d'accions motrius analítiques que sol·liciten grups musculars específics de l'hoquei, encadenats mitjançant desplaçaments sobre patins en ambdós sentits i realitzats en el menor temps possible sobre un circuit (Figura 1).

Objectiu: valorar la potència anaeròbica làctica del jugador d'hoquei sobre patins, estimada a través de la realització d'accions i exercicis analítics específics en el terreny de joc.

Donada la duració de la prova, no s'ha de menysprear la participació de les dues altres vies -l'alàctica i l'aeròbica-, a més de la intervenció d'altres factors com la velocitat, la coordinació, etc., raó per la qual la valoració de la prova ha d'efectuar-se conjuntament i en el context de les altres proves funcionals i esportivo-motrius.

Terreny: pista d'hoquei sobre patins o polisportiva. Ha de tenir-se en compte la varietat de superfícies en la comparació de resultats.

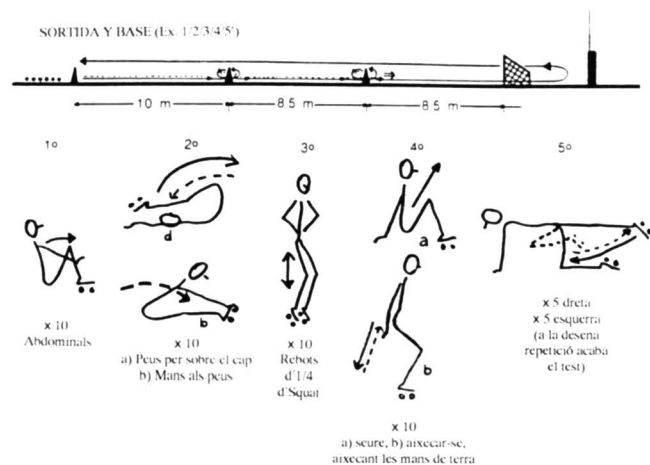
Material: elements d'un terreny de

joc (porteries, marcatge de l'àrea, etc.). Cinta mètrica. Cinta adhesiva ampla. Tres cons. Cinc boles, estics i equip de joc complet. Cronòmetre. Cardiotacòmetre (Sport-Tester o similar). Material de presa de mostra i anàlisi de lactat sanguini.

Descripció: per a la prova es disposen tres cons en línia recta, des del centre de la porteria passant pel centre del camp (veure Figura 1). Els jugadors efectuen, abans de començar la prova, un escalfament convencional complet de 30 minuts com a mínim. A continuació, i després d'un descans suficient -fins que la freqüència cardíaca sigui inferior a 70 bat/min-, es procedeix a la col·locació d'un cardiotacòmetre (Sport-Tester o similar) sobre el tòrax del jugador i a l'obtenció d'una mostra de sang capil·lar del lòbul de l'orella.

El jugador parteix des del con més allunyat de la porteria patinant a la màxima velocitat i conduint la bola. En arribar el segon i primer con efectua

Figura 1. ESQUEMA DE LA PROVA (PRES DE MARTÍN, 1989).



un tomb complet al voltant sense perdre el control de la bola. A la sortida d'aquest últim con, i sense trepitjar l'àrea, dispara a porta i continua el desplaçament pel costat dret de la porteria. Una vegada superada aquesta, el jugador torna al punt d'inici -primer con- patinant d'esquena a la màxima velocitat. En arribar a aquest con, realitza el primer dels exercicis analítics assenyalats a la Figura 1. Acabades les deu repeticions de l'exercici, torna a iniciar el cicle fins arribar a la base, on realitza el segon dels exercicis, i així de manera successiva fins a completar els cinc exercicis.

Paràmetres registrats: durant tota la prova s'enregistra la freqüència cardíaca (FC), cada 5 segons. Aquest enregistrament es manté durant 3 minuts al final de la prova. Es prenen mostres per a l'anàlisi de lactat els minuts 1, 3, 5, 7, 10 i 12 durant la recuperació.

Valoració: els paràmetres que es valoren són els següents:

- El temps (t) emprat en completar la prova. És un indicador de la potència màxima específica desenvolupada tenint en compte les condicions de la prova.
- La corba de freqüència cardíaca (FC) durant l'esforç. Indica la maximalitat de la prova i l'adaptació cardíaca a l'esforç.
- La corba de freqüència cardíaca (FC) durant els primers minuts de la recuperació. Indica les característiques de la recuperació cardíaca.
- La concentració màxima de lactat a la sang (Lac_{max}) després de la prova. Indica l'activació de la via metabòlica làctica durant la prova.
- El denominat "índex de resistència làctica" (IRL), que es calcula segons el producte:

$$IRL \text{ (mmol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}) = Lac_{max} \cdot t^{-1}$$

L'IRL és valorat com a indicador de la resistència anaeròbica làctica específica, ja que revela la intensitat de participació de la via anaeròbica làctica en funció del treball desenvolupat -s'assumeix com a constant- i del temps emprat (>2 min).

A la Taula 5 es presenten els resultats de la prova en un equip de hoquei d'alt nivell (A.A. Noia). En aquesta taula s'observa l'evolució de tres dels paràmetres més importants al llarg de dues temporades (1988-89 i 1989-90), constatant-se: 1) una clara reducció del temps emprat en el test, 2) un augment de la concentració màxima de lactat (Lac_{max}), i 3) un augment de l'índex de resistència làctica (IRL). Aquesta evolució ens suggereix globalment una millora de la condició física específica, a costa de, fonamentalment, un increment de la resistència anaeròbica làctica mitja del grup.

Prova màxima progressiva de valoració de la potència i la resistència aeròbica (Rodríguez, Martín i Hernández, 1991)

És una prova màxima progressiva basada en la carrera d'anada i tornada o "course-navette" (Léger i Lambert, 1982), adoptada pel Consell d'Europa com a prova de resistència aeròbica dins la bateria Eurofit (Consell d'Europa, 1987). Aquesta prova ha estat modificada i adaptada al patinatge, així com correlacionada amb paràmetres ergoespiromètrics i metabòlics de laboratori.

Objectiu: valorar la condició aeròbica global -potència i resistència aeròbica- del jugador d'hoquei sobre patins, estimada a través d'un esforç progressiu, màxim i específic sobre pa-

tins.

Terreny: pista d'hoquei sobre patins o polisportiva. Ha de tenir-se en compte la varietat de superfícies en la comparació de resultats. Per a la prova es marquen amb cinta adhesiva carrers de 20 m de llarg i 3 d'ample, amb un con a cada extrem com a marcatge addicional (veure Figura 2).

Material: cinta mètrica. Cinta adhesiva ampla. Quatre cons. Cronòmetre. Cardiómetre (Sport-Tester o similar). Material de presa de mostra i anàlisi de lactat sanguini. Magnetòfon i cinta enregistrada. Les velocitats de desplaçament s'estableixen amb l'ajuda de senyals sonors emesos per un aparell magnetofònic a cassette convencional de potència suficient. La cinta utilitzada, a més d'instruccions generals sobre la prova, emet sons a intervals regulars, que coincideixen amb els temps necessaris per recórrer la distància de 20 m a una velocitat inicial de $8.5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, i que s'incrementen en $0.5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a cada càrrega o palier d'un minut de durada.

Descripció: els jugadors efectuen, abans de començar la prova, un escalament convencional complet de 30 minuts de durada mínima. A continuació, després d'un descans suficient -fins que la freqüència cardíaca sigui inferior a 70 bat/min-, es procedeix a la col·locació d'un cardiotacòmetre sobre el tòrax del jugador i a l'obtenció d'una mostra de sang capil·lar del lòbul de l'orella.

El jugador surt d'un extrem del carrer marcat i ha de patinar durant el màxim temps possible, en doble sentit d'anada i tornada, sobre el traçat de 20 metres. La velocitat ve marcada pels senyals sonors i augmenta progressivament en cada càrrega o palier d'un minut de durada. El jugador ha d'arribar a cada un dels extrems del traçat



Taula 5. RESULTATS DE LA PROVA DE VALORACIÓ DE LA POTÈNCIA ANAERÒBICA LÀCTICA EN JUGADORS D'HOQUEI D'ALT NIVELL AL LLARG DE DUES TEMPORADES (A.A. NOIA, CAMPIÓ D'EUROPA 1988-1989, CAMPIÓ DE LA SUPERCOPA D'EUROPA 1989-90).

Data	n	Temps	Lac _{max}	Índex làctic (IRL) *
estad.		s	mmol·l ⁻¹	mmol·l ⁻¹ ·min ⁻¹
1/89	7			
x		153.79	13.21	5.16
ds		7.84	1.87	0.70
max		166.67	16.26	6.08
min		139.92	10.85	4.39
4/89	7			
x		147.74	13.60	5.52
ds		2.64	2.71	1.07
max		151.50	17.45	7.07
min		143.20	10.24	4.07
10/89	7			
x		145.11	15.00	6.20
ds		4.64	1.54	0.59
max		152.00	16.27	6.76
min		138.40	11.95	5.00
3/90	6			
x		139.42	16.10	6.93
ds		3.12	1.61	0.69
max		144.61	19.31	8.19
min		134.67	14.06	6.13

* IRL (mmol·l⁻¹·min⁻¹) = Lac_{max}·t⁻¹

coincidint amb cada un dels senyals. La velocitat s'incrementa progressivament a intervals d'un minut.

L'objectiu del jugador és completar el major nombre possible de períodes d'un minut coincidint amb el senyal sonor. El jugador ha d'accelerar i frenar alternativament fins arribar a la línia que marca cada extrem del traçat, virant en aquest punt per repetir el cicle. La prova finalitza en el moment en què el jugador no pot seguir el ritme imposat, és a dir, quan arriba a un extrem del traçat després del senyal sonor corresponent a una càrrega o palier determinat. En aquest moment s'anota el nombre de períodes com-

plets fets i la seva fracció per meitat, essent aquest el resultat de la prova (P). La durada de la prova és diferent segons la capacitat dels jugadors.

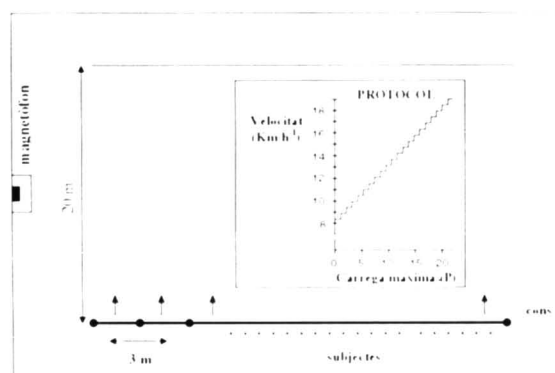
Per a la execució de la prova s'exigeixen els següents requisits: 1) el desplaçament ha de ser mitjançant impulsos alternatius -desplaçament lateral-, evitant al màxim el rellicament no propulsiu, i amb recolzaments de tacs de frenada restringida a l'acceleració inicial -màxim de tres per càrrega-; 2) els viratges es realitzen mitjançant frenada damunt la línia o sobrepasant-la i en cap cas amb gir o tomb; 3) la prova es realitza sense estic.

Paràmetres enregistrats: durant tota la prova s'enregistra la freqüència cardíaca (FC), cada 5 segons. Aquest enregistrament es manté durant 3 minuts a la fi de la prova. Es prenen mostres per a anàlisi de lactat els minuts 1, 3, 5, 7, 10 i 12 durant la recuperació.

Valoració: els paràmetres que es valoren són:

- L'últim període o palier (P) que és capaç de seguir al ritme imposat. És

Figura 2. ESQUEMA DE LA PROVA (MODIFICAT DE LÉGER I LAMBERT, 1981).



un paràmetre indicador de la condició aeròbica específica –resistència aeròbica i potència aeròbica màxima–, que permet la predicció del $\dot{V}O_2\text{max}$ i del llindar anaeròbic (Rodríguez et al., 1991).

- La corba de freqüència cardíaca (FC) durant l'esforç. Indica la maximalitat de la prova i l'adaptació cardíaca a l'esforç.
- La corba de freqüència cardíaca (FCrec) durant els primers minuts de la recuperació. Indica les característiques de la recuperació cardíaca.
- La concentració màxima de lactat a la sang (Lac_{max}) després de la prova. Proporciona l'activació de la via metabòlica làctica durant la prova.
- El denominat "índex làctic en prova progressiva" (ILP), que es calcula segons el producte:

$$\text{ILP (mmol}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}) = \text{Lac}_{\text{max}} \cdot \text{P}^{-1}$$

L'ILP permet ponderar la participació de la via anaeròbica làctica, i es valora com un índex secundari de resistència anaeròbica làctica.

A la Taula 6 es presenten els resultats de la prova d'un equip de hoquei d'alt nivell (selecció nacional d'Espanya absoluta, subcampiona d'Europa 1990).

La prova descrita pot considerar-se específica des d'un punt de vista doble. Per una part, el desplaçament es realitza sobre patins i damunt la superfície habitual de joc. Per una altra, els desplaçaments exigeixen l'execució cíclica de les següents fases: acceleració damunt tacs, acceleració per reliscament propulsiu, desacceleració, frenat i canvi de sentit. Aquest patró pot ser considerat característic de les accions de joc en hoquei sobre patins. La progressió en càrregues

d'un minut de durada permet la gradació de la càrrega de treballs fins a nivells d'intensitat màxima. Per a una discussió més àmplia, veure Rodríguez et al., 1991.

Conclusions

La valoració funcional ha de formar, segons la nostra opinió, part del procés de preparació física del jugador d'hoquei sobre patins. La realització d'una bateria de proves, escollides i planificades tenint en compte la pròpia planificació de la temporada i les necessitats del preparador físic i l'entrenador, pot aportar informació rellevant per determinar la direcció de l'entrenament, la intensitat de les càrregues, la selecció de jugadors en funció del seu nivell de condició orgànica i l'eficàcia de programes de preparació específics.

Les proves poden ser específiques o

genèriques, de laboratori o de camp, però totes aporten informació rellevant per a la consecució d'alguns o tots els objectius descrits. Les proves de camp, a condició de recollir dades fisiològiques combinades amb les de rendiment motriu, resulten molt prometedores per la seva major especificitat.

Cal desenvolupar més estudis d'investigació sobre la demanda energètica de l'hoquei rodant, i sobre els mètodes de valoració funcional específica.

Agraïments

A Rafael Martín Acero, preparador físic de l'A.A. Noia i ex-preparador físic de la Selecció Nacional, col·laborador de la major part del meu treball en hoquei.

Al Dr. Jordi Tapiolas i la infermera Roser Aliberas, la meua esposa, companys a l'A.A. Noia i a l'Institut De-

Taula 6. RESULTATS DE LA PROVA MÀXIMA PROGRESSIVA EN PISTA SOBRE PATINS (SELECCIÓ PREOLÍMPICA ADO'92, 1989; SELECCIÓ NACIONAL D'ESPANYA ABSOLUTA, SUBCAMPIONA D'EUROPA 1990).

	ADO'92	Selecció Espanya
	n=17	n=9
**		
Càrrega màxima (P), min	14.24 1.36 16-11.5	14.61 0.61 15.5-13.5
Lactatèmia màxima (Lac_{max}), mmol·l⁻¹	12.13 1.99 15.23-8.76	12.72 2.11 14.66-8.54
Freq. cardíaca màxima, bat·min⁻¹	194.77 4.26 202-187	195.20 5.11 206-187
Índex làctic* (ILP), mmol·l⁻¹·min⁻¹	0.86 0.14 1.07-0.62	0.87 0.15 1.02-0.61

* $\text{ILP (mmol}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}) = \text{Lac}_{\text{max}} \cdot \text{P}^{-1}$

** Es presenten, per ordre vertical, la mitjana ($\bar{x}$), desviació estàndard (S_x) i el rang (màx-mín).



xeus.

Al professor Javier Hernández Vázquez, company de l'INEFC i actual preparador físic de la Selecció Nacional. Als companys del C.A.R., Drs. Victò-

ria Pons, Piero Galilea, Franchek Drobnic, Joan Riera, Marta Tuda i l'infermera Montse Banquells. A l'entrenador Ciscu Prats i al Seleccionador Nacional Carles Trullols.

A tots els jugadors de l'A.A. Noia, de la Selecció Nacional i de l'ADO'92, protagonistes i destinataris d'aquest treball.

BIBLIOGRAFIA

- BUCHFUEHRER, J., HANSEN, J.E., ROBINSON, T.E., SUE, D.Y., WASSERMAN, K., WHIPP, B.J., "Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment", *J. Appl. Physiol.*, 55, 1983, pp. 1555-1564.
- CARTER, J.E.L. (Ed.), "Physical structure of Olympic athletes. Part II: Kinanthropometry of Olympic athlete", *Medicine & Sport*, Vol. 18. Karger, Basel, 1984.
- COUNCIL OF EUROPE, *EUROFIT, European test of physical education*. Council of Europe, Committee for the Development of Sport, 1987.
- DAL MONTE, A., *La Valutazione funzionale dell'atleta*. Sansoni Editori Nuova, Florència, 1983.
- LÉGER, L., LAMBERT, J., "A maximal 20-m shuttle run test to predict $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ", *Eur. J. Appl. Physiol.*, 49, 1982, pp. 1-2.
- MACDOUGALL, J.D., WENGER, H.A., GREEN, H.J., (eds.), *Physiological Testing of the Elite Athlete*. The Canadian Association of Sports Sciences, Sport Medicine Council of Canada, 1982.
- MARTÍN, R., "Batería de tests para la evaluación y control de la condición física de jugadores de élite de hockey sobre patines". *RED, Revista de Entrenamiento Deportivo*, 3 (2), 1989, pp. 24-34.
- MELLEROWICZ, H., SMODLAKA, V.N., *Ergometry. Basics of medical exercise testing*. Urban & Schwarzenberg, Munich, 1981.
- MORI, I., *El portero de hockey. Técnica, táctica y preparación física específica*. Federació Espanyola de Patinatge, Federació de Patinatge del Principat d'Astúries, Caja de Ahorros de Asturias, Oviedo, 1988.
- PORTA, J., MORI, I., *Hockey total*. Ajuntament d'Oviedo, Oviedo, 1987.
- RODRÍGUEZ, F.A., *Umbral anaeróbico y entrenamiento*. Actes del I Congrés Internacional de Ciències Aplicades a l'Esport, I Congrés FEMEDE, Palma de Mallorca, 1985. *Arxius de Medicina de l'Esport*, Pamplona, 1987, pp. 9-38.
- RODRÍGUEZ, F.A., MARTÍN, R., *Desarrollo de una prueba de valoración de la potencia anaeróbica láctica específica en jugadores de hockey sobre patines*. Informe d'investigació no publicat, 1988.
- RODRÍGUEZ, F.A., "Fisiología, valoración funcional y deporte de alto rendimiento", *Apunts. Educació Física i Esports*, 15, pp. 48-56, 1989.
- RODRÍGUEZ, F.A., MARTÍN, R., HERNÁNDEZ, J., "Prueba máxima progresiva en pista para valoración de la condición aeróbica en hockey sobre patines", *Apunts. Educació Física i Esports*, 23, 1991.
- ROSS, W.D., DE ROSE, E.H., WARD, R., "Antropometría aplicada a la medicina del deporte". En DIRIX, A., KNUTTGEN, H.G., TITTEL, K., *Libro Olímpico de la Medicina Deportiva*. C.I.O., F.I.M.S. Doyma, Barcelona, 1990.