

apunts

EDUCACIÓ FISICA I ESPORTS

INEFC

Rendiment i entrenament

55

1r trimestre 1999
750 ptes. (IVA inclòs)

Sobre el model corporal de la dona

Casa't amb un arqueòleg.
Quant més vella et facis,
més encantadora et trobarà.
AGATHA CHRISTIE

A la vora del llac Lugu, en un remot lloc de la província de Yunan, al sud de la Xina, hi ha el llegendari "regne de les dones", una societat matriarcal de 47.000 habitants en la qual els homes no tenen responsabilitats sobre les qüestions importants de la vida. Les dones, del grup ètnic Mosuo, descendents de nòmades tibetans, són les que treballen, prenen les decisions i administren els diners. Són físicament fortes i saben cuidar-se, escullen els seus amants i conformen una peculiar estructura familiar anomenada "matrimoni ambulant" en el qual les propietats i el nom passen de mares a filles. Es tracta d'una antiquíssima tradició de la mil·lenària cultura xinesa en la qual el matriarcat era una institució habitual en l'àmbit rural. Enfront d'aquest reducte matriarcal, les societats contemporànies, malgrat els progressos del procés de civilització, de les conquestes de les revolucions sociopolítiques i les aportacions de les disciplines científiques, s'han erigit com a organitzacions dirigides i dominades per l'home on les dones han tingut un paper secundari, adaptatiu i ornamental.

Fins ben entrat el present segle, les dones més que protagonitzar la història l'han sofert. Factors científics, sociològics i polítics han possibilitat recentment la consideració de la dona com a grup social diferenciat de l'home. L'aportació de les ciències humanes (l'antropologia, la demografia històrica i la sociologia) han distingit el masculí del femení com a formes de divisió de les societats. La presència creixent de la dona a la Universitat, primer com a estudiants (en el segon terç de la centúria) i després com a professores ha constituït un canvi substancial en la fonamentació social, acadèmica i laboral del paper de la dona en la nostra societat. El moviment d'alliberament de la dona, a partir dels anys setanta, ha estat una plataforma política decisiva perquè les dones conquerissin la seva doble categoria de persones i objectes històrics: algú qui parla i de qui es parla.

L'emancipació de la dona, sobretot en les societats desenvolupades, és un succés proper que es gesta com a fruit madur d'una modernització inevitable en una societat preparada per a l'acceptació del concepte gènere, diferenciació de sexes, no com un element immutable d'una naturalesa sinó com una construcció cultural canviant. La modernitat econòmica trenca les cadenes de les comunitats locals i familiars i independitza la dona assalariada. La modernitat cultural promou l'alfabetització femenina, imprescindible per a la comunicació en l'exercici progressiu de la democràcia. La modernitat científica ha salvat la dona de la mort de part i, a través dels anticonceptius, ha alliberat la dona de la seva esclavitud amb el plaer i la procreació.

Però, ¿quin ha estat el resultat final de totes aquestes transformacions en la dona del nostre temps? Els canvis han estat dràstics: fins a la primera meitat del segle el sentit de la vida de la dona era el matrimoni i els fills; quant als homes, les estadístiques ens diuen que volien esposes boniques, verges i que no treballessin. Actualment aquest plantejament és obsolet; la dona vol ser ella mateixa i l'home ha hagut d'ajustar-se als nous cànons de comportament. Les dones han assolit taxes d'activitat sense precedents històrics; volen abastar-ho tot. Conscients de la seva autonomia i protagonisme, la dona actual és perfeccionista: s'exigeix ser bonica, bona professional i mare de família. En el període actual de la postmodernitat caracteritzat per l'autonomia individual diferenciada i exigent, la seva meta és la felicitat personal, les dones reivindiquen independència, domini de si mateixes i accés al món de l'home (en el terreny laboral, social, polític, econòmic, temps de lleure...), però sense abandonar el seu tradicional rol de seducció, conjugant els rols actuals amb els tradicionals.

Per primera vegada han adquirit el domini sobre el seu cos. El dret a l'avortament, els anticonceptius, l'accés al treball, la seva independència sociofamiliar i el fervent desig d'equiparar-se amb l'home sense diferències ni excepcions de cap tipus han revolucionat la relació de la dona amb el seu aspecte físic. En aquest sentit el nombre de dones que decideixen dedicar les seves hores de temps lliure a la pràctica esportiva i a les diferents pràctiques recreatives i higièni-

ques són molt superiors a la de qualsevol altre període històric. L'accés generalitzat de les dones a les preocupacions estètiques mitjançant l'adquisició massiva dels productes de bellesa, gràcies a l'elevació del nivell de vida i als mètodes industrials, han condicionat un canvi important en la seva tradicional lluita per semblar jove i bella. S'ha passat de l'obsessió pel rostre a la passió pel cos. Tracten de construir no solament una cara bonica, sinó bàsicament en cos jove i esvelt ajustat a la nova conjuntura sociocultural.

Dues exigències dominen els cànons actuals de la bellesa femenina: la lluita contra el pes i l'antienvelliment. Els productes de bellesa facials i corporals s'han situat al cap de les vendes de les indústries de perfumeria, gràcies a l'elevació del nivell de vida i als mètodes industrials. La cirurgia estètica s'ha convertit en un mitjà legítim i accessible de rejoveniment i embelliment. S'ha incrementat notablement el consum dels fàrmacs "miraculosos" que redueixen substancialment l'obesitat i aquells que retarden l'oxidació de les cèl·lules i impedeixen l'envelliment corporal. Apareixen arreu llibres, alguns convertits en "best seller", amb dietes d'aprimament i remeis per obtenir una silueta perfecta. La publicitat ens sotja permanentment amb productes d'aprimament. Cada any treuen al mercat centenars de productes *light*. Les siluetes de les *top models* actuals, l'evolució de les mides del cos de les candidates al títol de *miss* i la perenne joventut de les mítiques vedettes de la nostra esfera social i artística, referents socials de la bellesa actual, avalen la passió actual per la trilogia sagrada de l'estètica d'avui: bella-esvelta-jove.

La necessitat de la dona per estar prima és un desig d'autocontrol, és una necessitat de ser sobirana dels seu propi cos, és una conquesta més d'autonomia personal. En períodes històrics anteriors, la corpulència femenina es valorava molt ja que se l'associava amb la fecunditat, que era el destí suprem de la condició femenina tradicional. En l'actualitat, el desig de desmarcar-se de la imatge tradicional de la feminitat, així com la voluntat de ser jutjada menys com a cos i més com a subjecte amo d'ell mateix es converteix en una passió per l'esveltesa i el cos ferm, que projecta, en el pla estètic, una ambivalència d'èxit: desig d'emancipació i, al mateix temps, una exigència d'autocontrol.

Des dels seus inicis fins ben entrat el present segle, l'esport, entès com un joc agonístic de caràcter ascètic que instrumentalitza un cos energètic darrera d'un rendiment màxim, ha estat un terreny reservat per a homes. Les dones s'han anat incorporant a l'esport a títol individual, de manera forçada, tard i intentant emular l'home. La naturalesa de la pràctica esportiva (exigent, competitiva, masculinitzada), el paper secundari de la dona a la societat amb un limitat accés al temps de lleure, la deficient consideració sociofamiliar de les pràctiques corporals per a dones i la relació que té l'esport amb els espais públics i oberts ha fet que la dona no hagi participat massa en la pràctica esportiva del nostre segle. Amb els moviments d'alliberament de la dona i els canvis socials i culturals auspiciats a partir de la segona meitat de la nostra centúria, la dona preocupada per assolir la igualtat amb l'home s'incorpora decididament als esports considerats com a "femenins". La seva adscripció a la pràctica esportiva, bastant inferior a la dels homes, depèn encara de l'edat, l'educació i l'estatus socioeconòmic.

Malgrat la notable irrupció de la dona en la pràctica esportiva en les últimes tres dècades, podem apreciar que la vigència dels models corporals imposats en la nostra societat fa que l'esport, com a opció pràctica en el temps de lleure actiu, quedi relativament marginat de les preferències majoritàries de les dones. La particular interpretació esportiva d'allò ascètic, fórmula d'èxit en la modernitat encara que amb problemes d'ajustament en la societat hedonista d'avui, ha estat substituïda entre la població femenina per un culte gairebé religiós narcisista vers la recerca de la bellesa-aprimament-joventut que és una altra forma d'ascesi que condueix la dona postmoderna a apropiar-se de les qualitats de voluntat, d'autonomia, d'eficàcia, de poder sobre si mateixa tradicionalment atribuïdes a l'home.

El dret a la diferència, renovat discurs que trenca el model empobridor de l'igualitarisme feminista, s'ha constituït en el marc ideològic referencial que ha d'atorgar a la dona l'important i definitiu paper social que li correspon. L'elecció d'un model corporal propi, autònom i diferenciat, acompanyat del desenvolupament generalitzat de les pràctiques corporals que se'n deriven, constitueixen un pas important en la consecució d'aquesta aspiració.

Comença la baralla amb el mirall, la silueta corporal ha passat a convertir-se en l'element fonamental sobre el qual gira l'autoestima i si el cos no s'ajusta als patrons de bellesa vigents, la vida podria convertir-se en un drama afegit amb importants alteracions: bulímia, anorèxia, depressions, complexos... La conquesta de la bellesa ja no es concep sense la recerca de l'esvelt, les restriccions alimentàries, el tractament cosmètic i els exercicis corporals asceticonarcisistes que proporcionen un cos ferm i musculós. L'esport, cimentat en el model corporal energètic, no serveix per aconseguir els esmentats fins i a més a més, és un espai masculí en el qual difícilment la dona pot cultivar els seus valors més genuïns i diferencials. És un fet constatable la incorporació massiva de les dones a un segment de pràctiques corporals personalitzades de caràcter higiènic, recreatiu i narcisista fonamentades en el model corporal dominant (anatòmic-fisiològic) que a més a més són molt pertinents per a les seves lícites aspiracions d'autoafirmació: les gimnàstiques de la forma, el *jogging*, la musculació, el *fitness*, els balls de saló i discoteca, l'*aeròbic*... Tota una resposta davant un repte apassionant d'un sector de la població amb urgències històriques que cerca la seva identitat i encaixement satisfactori en la societat del segle XXI.

Javier Olivera Betrán



Fernando Barbeito

entrevista



D. Iñaki Urdangarín

Jugador del FC Barcelona i de la Selecció Espanyola d'Handbol

A punt de començar aquesta entrevista, em vénen a la memòria situacions i moments viscuts des de fa gairebé vint anys, els que fa que conec Iñaki. Són molts anys jugant enfrontats, jugant junts al FC Barcelona i coincidint en totes les categories de l'equip nacional.

Iñaki Urdangarín té el millor palmarès esportiu de la història de l'handbol. Ha estat present en gairebé tots els èxits tant del seu club com de la selecció espanyola.

En un moment en el qual, després del seu feliç matrimoni amb SAR la infanta Doña Cristina, moltes persones pretenen explicar-nos la seva vida privada, em preparo els papers per introduir-me durant uns minuts en el món periodístic i presentar un gran esportista i, sobretot, un gran professional.

Fernando Barbeito *Quina importància creus que tenen l'esport i l'educació física en la formació d'una persona?*

Iñaki Urdangarín Com que sempre he estat immers en el món de l'esport, crec que és totalment positiu per a la formació humana. No vull dir que l'esport d'alt nivell sigui imprescindible en el procés formatiu d'una persona, però no tinc cap dubte que la meva actitud davant la vida ha estat condicionada per la pràctica esportiva i la convivència amb un gran nombre d'esportistes. L'esport m'ha donat maduresa, disciplina, haver de prendre decisions... valors molt necessaris per a la vida.

F.B. *En la teva família s'ha viscut l'ambient de l'INEF intensament; dos dels teus germans el van estudiar a Catalunya, un ha estat director de l'IVEF de Vitòria i la teva germana hi fa classes. Notes diferències importants entre aquests centres?*

I.U. Estic convençut que depèn molt del suport que rep el centre per part de les institucions de cada ciutat. No hi ha cap dubte que a Barcelona i Madrid, com que són grans ciutats, calen més infraestructures i instal·lacions. De totes maneres, a casa meva no he sentit comentaris pel que fa al cas ni he notat grans diferències entre els diversos INEF.

F.B. *Quins records tens del teu pas per la Residència Blume de Barcelona?*

I.U. Durant diversos anys vaig coincidir amb una generació de grans esportistes, que, a més a més, havien creat un grup humà impressionant.
Tinc un agradable record d'aquella època, que continua viu gràcies al fet que encara ens veiem, tant en competicions com en altres ambients.
Crec que en aquell moment es van formar uns esportistes que més tard han arribat al punt més alt de l'esport mundial.

M'agradaria destacar el bon tracte que vaig rebre de part de tot el personal de la Residència durant els meus primers anys fora de casa.

F.B. *Segons la resposta anterior es dedueix que estàs a favor de l'existència i del suport per part de les institucions a aquest tipus de residències i centres?*

I.U. Actualment és diferent. Ara s'aposta més per esportistes més joves, per la base, així com pels esports col·lectius i es traslladen molts esportistes al CAR de Sant Cugat. Sé que tant les Residències Blume com el CAR tenen el suport de les institucions, però cal deixar passar el temps per veure si s'aconsegueixen els resultats que actualment assoleixen els equips de waterpolo, handbol, tennis, vela...

F.B. *Fa dotze anys que ets un esportista d'elit. Si haguessis de deixar l'esport, què diries que t'ha aportat?*

I.U. L'esport practicat al més alt nivell no té res a veure amb totes les activitats amateurs. Crec que he aconseguit una manera de pensar i de viure, una maduresa (aspectes que crec que puc valorar personalment), així com un entorn d'amics i coneguts, salut i, sobretot, fer feliç la meva família.

F.B. *Molt breument ens pots dir què és el millor i el pitjor de l'esport d'elit?*

I.U. Com a millor esmentaria la sensació de guanyar i el moviment olímpic.

El pitjor és, sens dubte, el problema del dopatge i les influències externes que intenten controlar negativament l'esport.

F.B. *Has jugat en dues olimpíades i aspires a participar en una tercera. Tan diferent i especial és viure el moment olímpic?*

I.U. Els èxits del teu club són molt importants ja que s'està tot un any treballant per aconseguir uns objectius, però el moviment olímpic significa molt més; tot un país darrere d'un grup de jugadors, el ressò social que això suposa, l'orgull de defensar el teu país, la satisfacció personal de participar... Crec que l'èxit olímpic és arribar al punt més alt i, personalment, el moment més important de la meva carrera esportiva ha estat pujar al pòdium per rebre una medalla olímpica, sense menystenir els èxits aconseguits amb el club i amb l'equip nacional.

F.B. *Com veus el futur de l'esport espanyol en general?*

I.U. L'esport està present a tota la societat espanyola. En els últims vuit o deu anys el creixement de l'esport ha estat espectacular. Aquest creixement ha generat unes possibilitats enormes de publicitat per a les empreses, que al mateix temps, es reflecteix en les millores d'instal·lacions, ajudes, mitjans per entrenar... Cada comunitat autònoma treballa dintre d'uns límits marcats, i estic segur que els polítics també ho fan, amb la voluntat d'aconseguir el millor per a l'esport espanyol.

No conec el cas de totes les federacions, però crec que treballen en una bona línia per a les futures generacions.

F.B. *Tant la teva dona com tu, heu expressat molt sovint el vostre suport a les persones amb minusvalidesa física o psíquica.*

I.U. Evidentment que sí. Aquestes persones poden ser esportistes en el sentit literal de la paraula.
És molt important que s'hagin creat esports a la mida de les seves possibilitats. La gent que desconeix aquest món no sap la felicitat que es reflecteix en els seus rostres en practicar aquestes activitats físiques, amb el suport dels organismes internacionals més importants d'arreu del món.
Els treballs que fan les associacions són molt importants i haurien de ser més reconeguts, ja que la recompensa és incalculable.

F.B. *Algun dia arribarà el moment que t'hauràs de retirar. Personalment crec que serà una gran pèrdua per a l'handbol i per a l'esport en general. Veus el teu futur lligat d'alguna manera al teu esport, a un altre esport o a l'esport en general?*

I.U. La retirada és un moment que ens arriba a tots els esportistes i hem de ser-ne conscients. Estic segur que seguiré de prop l'handbol, i m'agradaria, no sé amb quina mesura ni on, aportar a l'esport treball i millores, si les meves possibilitats i el temps m'ho permeten. M'agradaria tenir a prop l'esport, perquè ha estat tota la meva vida.

F.B. *Estic segur que ho intentaràs. Gràcies, Iñaki.*

Freqüència cardíaca en temps real i per telemetria per a aplicacions aquàtiques

Salvador Llana
Professor associat de Biomecànica a l'Institut Valencià d'Educació Física

Arturo Forner
Investigador de l'Institut de Biomecànica de València

Sabina Català
Eric Delory
Becaris de l'Institut de Biomecànica de València

J. Vicente Durà
Responsable de la secció de Material i Equipament Esportiu de l'Institut de Biomecànica de València

Paraules clau

freqüència cardíaca, oximetria, natació, entrenament, transmissió electromagnètica

Abstract

Heart rate recording is a very useful parameter for the control and planification of sport training. There exist various systems of cardiotachometers in miniature designed and specially made for their use in physical-sporting activities. All of them are placed on the chest by means of an elastic band, which provides an insufficient fastening for swimming, especially for the turns, so this forces us to use adhesive tape or other systems of "painful" fastenings.

The system developed in IBV (Biomechanical Institute of Valencia) allows us to record and send telemetrically the heart rate to a personal computer where we can show the actual time and/or be stored for its later analysis. In this way, the trainer can control the intensity of a training session and can send an almost immediate feedback to the swimmer.

The system consists of a peg placed on the ear lobe with a red light transmitter (LED) and a resistance depending on the light (LDR). The red light passes through the lobe and is received by the LDR. The grounds of the system consists in that the diminution of the red light in the ear lobe is associated with changes in the contents of oxigenated blood, a method known as "oxymetry".

For the system of telemetry we used a sign modulator based on an oscilator controlled by tension (VCO) and a hybrid commercial circuit for the transmission. The calculation of heart rate in actual time is possible thanks to the use of a digital filter and the development of an algorhythm to reduce the noise.

Resum

El registre de la freqüència cardíaca (FC) és un paràmetre molt útil per al control i la planificació de l'entrenament esportiu. Al mercat hi ha diversos sistemes de cardiotacòmetres miniatura dissenyats i fabricats per a ús en activitats fisicoesportives. Tots es col·loquen al pit mitjançant una cinta elàstica, que proporciona una fixació insuficient per a la natació, especialment en els viratges, això obliga a utilitzar cinta adhesiva o altres sistemes de fixació "cruents".

El sistema desenvolupat a l'Institut de Biomecànica de València (IBV) permet registrar i enviar telemètricament la freqüència cardíaca a un ordinador personal on es pot mostrar en temps real i/o ser emmagatzemada per a posterior anàlisi.

D'aquesta manera, l'entrenador pot controlar la intensitat d'un entrenament i transmetre un *feedback* gairebé immediat al nedador.

El sistema consisteix en una pinça col·locada al lòbul de l'orella amb un emissor de llum vermella (LED) i una resistència depenent de la llum (LDR). La llum vermella passa a través del lòbul i és rebuda pel LDR. El fonament del sistema consisteix que l'atenuació de la llum vermella en el lòbul de l'orella està associada amb canvis en el contingut de la sang oxigenada, mètode anomenat "oximetria".

Per al sistema de telemetria es fa servir un modulador de senyal basat en un oscil·lador controlat per tensió (VCO) i un circuit comercial híbrid per a la transmissió. El càlcul de la freqüència cardíaca en temps real és possible gràcies a la utilització d'un filtre digital i al desenvolupament d'un algoritme per reduir el soroll.

Introducció

D'entre les diferents variables fisiològiques utilitzades per al control de la càrrega de l'entrenament esportiu, l'anàlisi de la freqüència cardíaca (FC) és una de les més esteses atès la seva senzillesa de registre i d'interpretació (Astrand i Rodhal, 1986; Wilmore i Costill, 1992).

Quan un esportista fa un treball físic a una intensitat compresa entre 120 i 180 batecs/minut s'observa una relació lineal entre la freqüència cardíaca, el consum d'oxigen i els nivells d'àcid làctic a la sang. Tanmateix quan la intensitat del treball provoca una freqüència cardíaca superior a 180 batecs/minut desapareix l'esmentada relació, amb la ual cosa deixa de ser útil per reflectir la intensitat del treball (Navarro i cols. 1993).

La problemàtica tradicional per registrar variables fisiològiques durant l'activitat esportiva està, per raons òbvies, magnificat en el medi aquàtic (Utsuyama i cols. 1988). Tanmateix, en els últims anys han aparegut al mercat diversos cardiotacògrafs miniatura resistents a l'aigua, lleugers i de fàcil maneig. La majoria consten d'una unitat receptora-emissora que s'adapta al pit de l'atleta i un rellotge de polsera en el qual es calcula i mostra la freqüència cardíaca. Alguns d'aquests sistemes consten de pannell electrònic que, col·locat a la paret, mostra la freqüència cardíaca en temps real.

Tanmateix, la fixació al pit d'aquests "pulsòmetres" en la natació de competició és un problema encara no ben resolt; alguns nedadors senten certa incomoditat quan fan els moviments típics d'aquest esport, però el principal inconvenient radica que la utilització d'una cinta elàstica resulta ineficaç quant els nedadors fan el viratge, moment en el qual aconsegueixen velocitats més grans, això ha obligat a fer servir cintes adhesives o d'altres sistemes de fixació "cruents". Una altra limitació d'aquests pulsòmetres és la impossibilitat que l'entrenador visualitzi l'evolució de la freqüència cardíaca amb el temps, en temps real (Navarro i cols., 1994).

El present article mostra un sistema desenvolupat a l'Institut de Biomecànica de València (IBV) sota el patrocini del Consejo Superior de Deportes (CSD) i la col·laboració de la Real Federación Española de Natación (RFEN) i la Federació Valenciana de Natació (FNVN), que permet resoldre la problemàtica plantejada.

Material i mètodes

El sistema desenvolupat es fonamenta en el fet que la sang actua com un filtre de l'espectre lluminós, especialment per a la llum vermella d'una longitud d'ona de 550 nanòmetres quan l'hemoglobina es troba saturada d'oxigen. Per això, a cada batec cardíac es modifica la llum filtrada per la sang. Això fa possible mesurar "el pols" (Giltvedt i cols., 1984) Aquesta tècnica de medició s'anomena "oximetria".

Basant-se en aquest fenomen s'utilitza una pinça de disseny propi col·locada al lòbul de l'orella, tal com mostra la foto 1, i així queda un sistema emissor de llum vermella tipus LED (Light Emitter Diode) a un costat del lòbul, i un sistema receptor, que és un sensor fotosensible tipus fotoresistència (LDR), a l'altre costat (Fig. 1). De manera que quan la llum del lòbul està saturada d'O_2, és a dir, a cada batec cardíac, el fotoreceptor rep menys llum i produeix una variació del senyal elèctric a la sortida del sistema.

La pinça està connectada al sistema principal per una mànega que porta quatre cables, dos d'alimentació del LED i dos que mesuren la tensió dels borns de la fotoresistència. Com s'ha esmentat, la variació de resistència dependrà de la quantitat de llum rebuda, i aquesta, de la fase del cicle cardíac.

Donada la sensibilitat del receptor a la llum, el conjunt orella-pinça es protegeix mitjançant una coberta rígida de PVC, que és opaca i lleugera (fotos 2 i 3). Aquesta coberta també compleix la funció de protegir davant possibles pertorbacions mecàniques induïdes per moviments bruscos o cops.

Dels quatre mètodes possibles per transmetre telemètricament un senyal en el medi aquàtic (transmissió electromagnètica, transmissió per ultrasons, transmissió



Foto 1. Detall del sistema Pinça Emissor Receptor (PER).

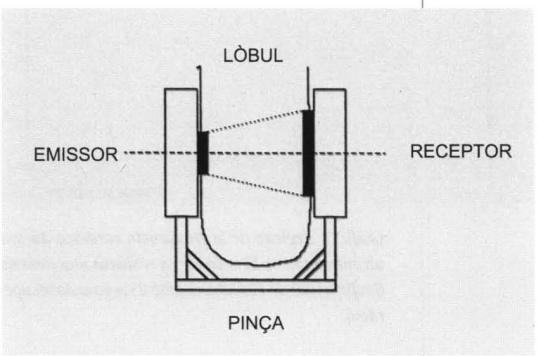


Figura 1. Esquema de la pinça amb l'emissor LED i el receptor LDR.



Foto 2. Tamany actual del pulsòmetre.

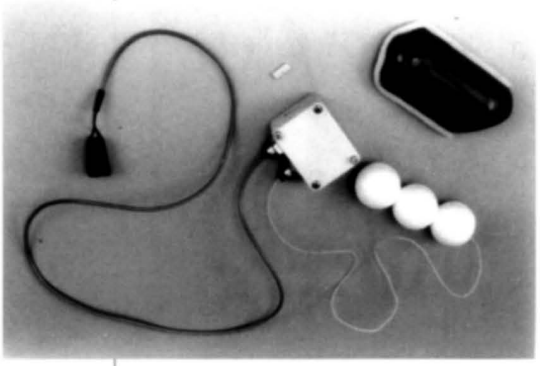
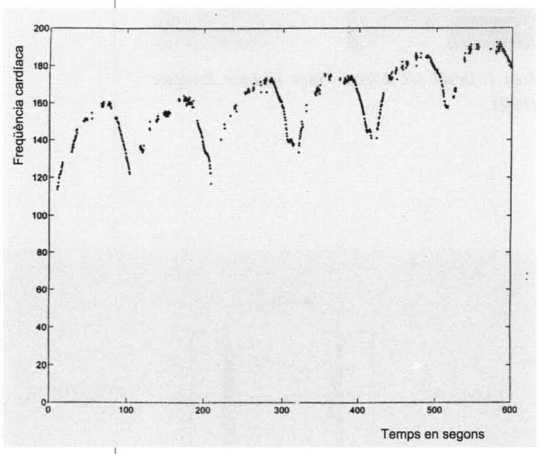


Foto 3. Els diferents elements de què consta el pulsòmetre.



Gràfic 1. Registre de la freqüència cardíaca durant un entrenament. El nedador va realitzar una sèrie de 8 repeticions de 100 metres amb 25 segons de recuperació.

per conducció elèctrica i transmissió per inducció magnètica) es van fer proves amb els mètodes d'inducció magnètica i de transmissió electromagnètica, la qual va ser la que va donar millors resultats.

Atès el sistema de transmissió seleccionat el nedador ha de portar una petita antena que sobresurti de l'aigua. Entre les dues opcions possibles, una antena rígida que sobresortís del nivell de l'aigua o una antena flexible que flotés gràcies a unes petites boles de suro es va optar per aquesta última, com es pot veure a la foto número 3, atesa la seva menor interferència amb la manera de nedar de l'esportista.

Per al sistema de telemetria es fa servir un oscil·lador controlat per tensió (VCO) i un circuit comercial híbrid per a la transmissió. El senyal és modulat per freqüència (FM) en comptes de ser modulada per amplitud (AM), a causa de la seva major relació potència de senyal/potència de soroll. El càlcul de la freqüència cardíaca en temps real és possible gràcies a la utilització d'un filtre digital i a un algoritme que calcula la freqüència cardíaca a partir del senyal rebut.

La recepció del senyal es fa amb un ordinador personal provist de les eines necessàries, és a dir, una targeta d'adquisició de dades i el programa de tractament del senyal. D'aquesta manera, a més a més de visualitzar el registre en temps real, les dades poden ser emmagatzemades per a la seva posterior recuperació i estudi.

Resultats

Les primeres proves del sistema Pinça-Emissor-Receptor (PEA) van ser fetes al laboratori amb diverses persones de ambdós sexes, mides de lòbul i colors de pell diferents. Tot i que les diferències físiques dels subjectes ocasionaven una certa variabilitat en el senyal, sempre era possible tractar-la digitalment per obtenir la freqüència cardíaca. Aquest test preliminar es va fer sobre bicicleta ergomètrica i alhora es va fer un registre simultani de la freqüència cardíaca mitjançant un equip comercial (Cardiolife Nihon-Kohden). Els pics del complex QRS ocurriren al mateix temps en ambdues senyals, la qual cosa va permetre validar el sistema.

Una vegada va ser comprovada la seva validesa es va procedir a comprovar la seva resistència a l'aigua mitjançant un test en piscina. El registre de la freqüència cardíaca va ser correcte mentre l'esportista nedava, únicament es va perdre el senyal durant els viratges, igual com passa amb la resta de sistemes comercial actualment al mercat (en aquests "s'enganya" a l'usuari en mostrar un valor de la freqüència cardíaca que en realitat no és altra cosa que la interpolació entre la freqüència cardíaca anterior i posterior al viratge). La gràfica 1 mostra el registre de la freqüència cardíaca durant un entrenament consistent en una sèrie de 6 repeticions de 100 metres amb 25 segons de recuperació per part d'un nedador de nivell mitjà.

Conclusions i discussió

En el mercat hi ha diversos equips capaços de registrar la freqüència cardíaca mentre l'esportista neda, però s'acostumen a presentar dos problemes importants. Per una banda no permeten graficar la resposta cardíaca en temps real i mitjançant telemetria a un ordinador personal controlat per l'entrenador, i per l'altra, acostumen col·locar-se en el pit amb la qual cosa la seva fixació resulta molesta i a vegades cruenta.

El desenvolupament tecnològic actual permet subsanar aquests problemes en col·locar l'emissor-receptor al lòbul de l'orella mitjançant una pinça i permetre, a més a més, visualitzar en temps real l'evolució de la freqüència cardíaca durant un entrenament gràcies a un sistema de telemetria i a la utilització d'un filtre digital i un algoritme específicament desenvolupat per reduir el soroll.

Fins aquí el present, però el futur immediat pot presentar desenvolupaments encara més sorprenents, per exemple, i a l'igual que els cronòmetres miniatura col·locats a les ulleres del nedador li permeten veure el seu temps de natació, no seria molt problemàtic col·locar un petit "display" a les ulleres del nedador de manera que tingués un *feedback* immediat de la seva freqüència cardíaca mentre neda.

Agraïments

El present projecte ha estat possible gràcies a una subvenció del Consejo Superior de Deportes (CSD) i a la col·laboració de la Real Federación Española de Natación (RFEN) i la Federació Valenciana de Natació (FVN).

Bibliografia

ASTRAND, P. O.; RODAHL, K. (1986), *Textbook of Work Physiology. Physiological Bases of Exercise*. Ed. McGraw-Hill, 487-522.

NAVARRO, F.; SANTIESTEBAN, J. M. (1993), *Parámetros Fisiológicos para el Control del Entrenamiento*. Gandía 26-28 de novembre.

GILTVEDT, J.; SIRA, A.; HELME P. (1984), "Pulsed Multifrequency Photoplethysmograph". *Medical & Biological Engineering and Computing 22,* 212-215.

LLANA, S.; FORNER, A.; CATALÁ, S.; DELORY, E.; DURÁ, J. V. (1996), "Frecuencia cardíaca en tiempo real y por telemetría para aplicaciones acuáticas". *III Congreso Internacional sobre Entrenamiento Deportivo*. Lleó 3-5 Octubre.

UTSUYAMA, N.; YAMAGUCHI, H.; OBARA, S.; TANAKA, H.; FUKUTA, S.; NAKAHIRA, J.; TANABE, S.; BANDO, E.; MIYAMOTO, H. (1988), "Telemetry of human electrocardiograms in aereal and aquatic enviroments". *IEEE Trans. on Biomedical Engineering 35 (10)*, 881-884.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. (1994) *Physiology of Sport And Exercise*. Ed. Human Kinetics, 214-236.

Estudi de la recuperació en tres formes d'esforç intermitent: aeròbic, llindar i anaeròbic

Francisco Javier Calderón Montero
Carlos González Herrero
Victoria Machota
Instituto Nacional de Educación Física
Universidad Politécnica de Madrid

José Luis Brita-Paja
Escuela Universitaria de Estadística
Universidad Complutense de Madrid

Paraules clau

freqüència cardíaca, recuperació, exercici intermitent, entrenament interválic

Abstract

The object of the present study is to compare the heart rate during the rapid phase of recuperation in three different forms of intermittent exercise: aerobic, aerobic-anaerobic or umbral, and anaerobic. The importance of the study lies in the contribution of information of greater scientific force at the time of evaluating the load of the intermittent exercise.
In the first phase, we determined the intensity in a maximum level test. In the second phase, each of the nine volunteers performed the three intermittent exercises in relation to the values obtained in the previous phase. The study of the heart rate evolution in the recuperation of the three types of intermittent exercise, was performed through a test of parallelism of the corresponding regression curves.
The results show that the three regression curves on a determined point (at 120 seconds) are different ($F_{(4,12)} > 0.05$), but, nevertheless, the inclinations are the same ($F_{(2,12)} < 0.05$). The independent terms differ statistically as corresponds to the different intensities. The explanation of these results could be due to the fact that the sensitivity of the baroreflex during the rapid phase is independent of the load demanded during the intermittent exercise, since the heart reply during the slow phase is determined by factors added to the nerve mechanisms. In this way, we must be careful when we determine the intensities only in function of the heart rate recuperation.

Resum

L'objectiu del present estudi ha estat el de comparar la resposta de la FC durant la fase ràpida de la recuperació en tres formes diferents d'exercici intermitent (EI): aeròbic (AE), aeròbic-anaeròbic o llindar (LL) i anaeròbic (AN). La importància de l'estudi radica en l'aportació d'una informació de major rigor científic en el moment de valorar les càrregues en els EI.
En una primera fase, s'han determinat les intensitats (km/h), mitjançant una prova màxima. En la segona fase, cada una de les 9 persones voluntàries va fer les tres formes d'EI, en funció dels valors obtinguts en la fase anterior. L'estudi de l'evolució de la FC durant la recuperació en els tres tipus d'EI, es va fer mitjançant una prova de paral·lelisme de les rectes de regressió corresponents.
Els resultats indiquen que les tres rectes de regressió, per al punt de tall als 120 s són diferents ($F_{(4,12)} > 0,05$), però, tanmateix, les pendents són iguals ($F_{(2,12)} < 0,05$). Els termes independents difereixen estadísticament com correspon a les diferents intensitats. L'explicació d'aquests resultats és degut a què la sensibilitat del baroreflex durant la fase ràpida és independent de la càrrega imposada durant l'EI, doncs la resposta cardíaca durant la fase lenta ve determinada per factors afegits als mecanismes nerviosos. D'aquesta manera, cal ser prudent quan es determinen les intensitats exclusivament en funció de la FC de recuperació.

Introducció i objectiu de l'estudi

El procés de recuperació de l'homeòstasi després d'un esforç ha estat molt estudiat, des dels primers treballs de Hill a principis del present segle, Hill (1913, 1914), Hill Long i Lupton (1924). Tanmateix, tant la terminologia com els mecanismes que poden explicar la recuperació després d'un esforç màxim o submàxim, han estat objecte d'una considerable controvèrsia. Pel que fa la literatura ha estat revisada prèviament, Gesser i Brooks (1984), Harris (1969 i 1980), Knuttgen (1971), Cerretelli (1980), Bahr i Maehlun (1986) i Hermansen, Grandmontagne, Moehlum i Ingnes (1984).

Per altra banda, hi ha nombrosos treballs relatius als fenòmens fisiològics durant esforços intermitents pel que fa a l'exercici continu, que han permès aportar les bases científiques de l'entrenament interválic, Saltin, Essen i Pedersen (1976), Fox i Mathews (1974), Astrand (1992), Gaitanos, Willians, Boobis i Brooks (1993). Així, la freqüència cardíaca durant la recuperació constitueix el paràmetre fonamental per valorar les càrregues de l'entrenament interválic i la condició cardiovascular. Tanmateix, la major part dels treballs en relació amb l'esforç intermitent, ha tingut com a objecte d'estudi comparar els efectes que provoca en l'organisme respecte als assolits mitjançant esforç continu.

Això ha motivat l'objectiu del present estudi: comparar la resposta de la freqüència cardíaca en relació al consum de oxigen durant la recuperació (EPOC), en tres formes d'exercici intermitent o fraccionat (EI): aeròbic, llindar o aeròbic-anaeròbic i anaeròbic. La importància d'aquest estudi radica en la possible informació que pugui aportar a totes aquelles persones que es dediquen al camp de l'entreteniment, a l'hora de valorar les càrregues en funció de la resposta de la freqüència cardíaca durant la recuperació.

Material i mètodes

Subjectes

Els subjectes que han participat en aquest estudi van ser escollits a l'atzar entre una població d'estudiants de l'Institut Nacional d'Educació Física (INEF) de Madrid. Se'ls va informar de la naturalesa i les condicions de l'estudi. Els alumnes foren sotmesos a reconeixement mèdic prèviament a l'estudi, consistent en: història clínica i medicoesportiva, ECG basal i Espirometria. Tots els subjectes estaven sans i feien l'activitat física pròpia dels estudis, i entrenaven de forma regular 2-3 cops/setmana. Van començar l'estudi un total de 12 estudiants, dels quals 10 eren homes i 2 dones. Completaren totes les proves 11 subjectes, les dues dones quedaren descartades per a l'anàlisi de les dades. En total han superat les proves 9 subjectes.

Disseny experimental

L'estudi s'ha desenvolupat en les següents fases:

Fase 1: Determinació de la intensitat per a la realització d'EI

Tots els estudiants van fer una prova màxima determinant, en cada un d'ells, els paràmetres màxims i submàxims, amb la finalitat de controlar les càrregues individualment per a la realització de les tres formes d'EI. El protocol va ser el següent:

- calentament previ durant 10 minuts modificant la velocitat.
- protocol escalonat amb durada de 3 minuts cada un, elevant la velocitat 1 km/h a partir d'una velocitat inicial de 10 km/h, fins a assolir l'esgotament o els criteris màxims. La pendent es mantenia fixa a l'1% durant tota la prova.

La determinació dels paràmetres màxims es va fer atenent els criteris habituals (assolir la FC màxima teòrica, aplanament del consum d'oxigen, quocient respiratori d'1,15 i/o esgotament). La determinació dels llindars ventilatoris es va fer per tres persones independents, mitjançant el mètode dels equivalents proposat per Davis (1985) i de la "V slope" proposat per Beaver, Waserman i Whipp (1986).

Fase 2: Realització de les tres formes d'EI

Una vegada determinats els paràmetres màxims i submàxims, cada estudiant va fer les tres formes d'EI, en tres dies consecutius. La càrrega individual es va expressar en km/h en funció dels resultats obtinguts en la prova màxima. La velocitat per als EI s'ajustaven en funció dels valors obtinguts prèviament. Les tres formes d'EI han consistit en:

- L'aeròbic (AE): 3 x 10 min amb 1 minut de descans a una intensitat corresponent al 65-70% del $\dot{V}O_{2max}$.
- El llindar o aeròbic-anaeròbic (LL): 10 x 13 min amb 1 minut de descans a una intensitat al més ajustada possible al llindar ventilatori 2 (VET_2).
- L'anaeròbic (AN): 5 x 1 minut amb tres minuts de descans a una velocitat superior en 2 a 3 km/h a la corresponents al $\dot{V}O_{2max}$.

Durant la recuperació en cada un dels tres EI es va registrar la FC en paper d'ECG a una velocitat de 5 mm/s de forma continua durant 3 minuts. Els paràmetres ergoespiromètrics s'analitzaren durant 10 minuts en cada un dels EI. La recuperació es va fer de forma activa durant 5 minuts a una velocitat de 4 km/h en les tres formes d'EI i passivament els altres 5 minuts.

Material de laboratori

Per a la realització tant de les proves màximes com dels EI, es va emprar un *tapís rodant* "Power Jog", que permet la variació de la velocitat i pendent de forma automàtica o manual.

La composició de l'aire es va analitzar mitjançant un *analitzador* CPX Medical Graphics, de cèl·lula de zirconi, per a l'oxigen i de raigs infrarojos per a l'anhídrid carboni. La ventilació es va mesurar mitjançant un

	MITJANA	DESV.	RANG
Pes (kg)	72,5	6,8	67-82
Talla (cm)	185	13	171-183
Sup. corp. (m^2)	1,90	0,12	1,78-2,04
Edat (anys)	22	2,1	20-24

Taula 1. Dades antropomètriques dels subjectes estudiats, expressats com a mitjana, desviació estàndard i rang.

	MITJANA	DESV.	RANG
$\dot{V}O_2$ max: (l/min) (ml/kg/min)	4.914 67,8	446 5,6	4.120-5.200 60-78,7
LL.A.: (%) (km/h)	 14,5	 1,04	 13-16
I. EI: AE (km/h) LL (km/h) AN (km/h)	12,6 14,6 19,3	0,51 1,03 0,6	12-13 13-16 19-20,5

Taula 2. Valors corresponents a consum màxim d'oxigen, llindar anaeròbic i esforços intermitents realitzats.

TIPUS D'EI		RECTES DE REGRESSIÓ PER A FC i $\dot{V}O_2$
AE	FC	$Y_1 = 159 - 0,38\ X$ (R = 0,94)
	$\dot{V}O_2$	$Y_1 = 3.285,8 - 868,2\ X$ (R = 0,97)
LL	FC	$Y_2 = 177,8 - 0,47\ X$ (R = 0,96)
	$\dot{V}O_2$	$Y_2 = 3.644,6 - 1.350,7\ X$ (R = 0,95)
AN	FC	$Y_3 = 182,6 - 0,51\ X$ (R = 0,99)
	$\dot{V}O_2$	$Y_3 = 3.220,1 - 1.256,6\ X$ (R = 0,91)

Taula 3. Rectes i coeficients de regressió per a la freqüència cardíaca i consum d'oxigen durant els primers 120 segons de la recuperació.

		RESULTATS PER A 120 s
Prova d'homogeneïtat	Temps/FCR	$F_{(4,21)} = 16,01 > 2,84 = F_{(4,21)}$ (0,95)
	Temps/EPOC	$F_{(4,21)} = 5,21 > 2,84 = F_{(4,21)}$ (0,95)
Prova de pendents	Temps/FCR	$F_{(2,12)} = 3,00 < 3,47 = F_{(2,21)}$ (0,95)
	Temps/EPOC	$F_{(2,21)} = 1,20 < 3,47 = F_{(2,21)}$ (0,95)
Prova de terme indep.	Temps/FCR	$F_{(2,23)} = 24,72 > 3,42 = F_{(2,23)}$ (0,95)
	Temps/EPOC	$F_{(2,23)} = 5,20 > 3,42 = F_{(2,23)}$ (0,95)

Taula 4. Estudi de paral·lelisme per a les rectes de regressió de la freqüència cardíaca i consum d'oxigen, en relació al temps de recuperació. Valors de F i nivell de significació.

neumotacògraf que integra les diferències de pressió en senyals elèctrics.

La FC es va registrar mitjançant un *aparell d'electrocardiografia* Hellige Cardiotest EK 53 de 3 canals. Es van col·locar tots els elèctrodes corresponents per a l'obtenció de les derivacions en els plans frontal i horitzontal. El senyal electrònic de l'aparell d'electrocardiografia entra en el mòdul d'anàlisi de gasos, per al seu posterior processament.

El tractament de les quatre variables bàsiques ergoespiromètriques, Fracció espirada d'oxigen (F_EO_2), Fracció espirada d'anhídrid carbònic (F_ECO_2), Ventilació (VE) i Freqüència cardíaca (FC), s'analitza mitjançant un programa específic desenvolupat per la Medical Graphics Corporation, incorporat a un *ordinador PC* Inves 640 A. El programa subministra les dades d'intercanvi respiratori en cada respiració, els quals poden mesurar-se en l'interval de temps desitjat. L'anàlisi durant la recuperació es va fer respiració a respiració, fent la mitjana de les dades cada 15 s.

Anàlisi estadística

Es van calcular les mitjanes i desviacions estàndard per als valors màxims i submàxims. Amb l'objectiu de poder comparar les respostes mitjanes, les equacions exponencials es varen transformar en dues rectes de regressió. El punt de tall va ser de 120 segons tant, per a la FC, com per al $\dot{V}O_2$. Es va fer una prova de paral·lelisme, Peña Sánchez de Rivera (1987) i Kleinbaum-Kupper-Mulier (1988) plantejant tres models:

1r. el tipus d'esforç no influeix i totes les observacions es generen amb el mateix model.

$$Y = X\beta_1 + U_1 \qquad (a)$$

2n. els grups únicament difereixen en la resposta mitjana

$$Y = X\beta_2 + Z\partial + U_2 \qquad (b)$$

3r. els grups difereixen en la resposta mitjana i en l'efecte de la variable independent.

$$Y = X_i b_i + \mu_i \qquad (c)$$

on i = 1, ..., p

Aquests models impliquen que en el primer cas (a), tant la pendent com el terme independent són iguals per als tres esforços. El model (b) significa que les pendents són iguals, encara que no els termes independents. Finalment el model (c) comporta que tants les pendents com els termes independents, són diferents per a cada EI i es-

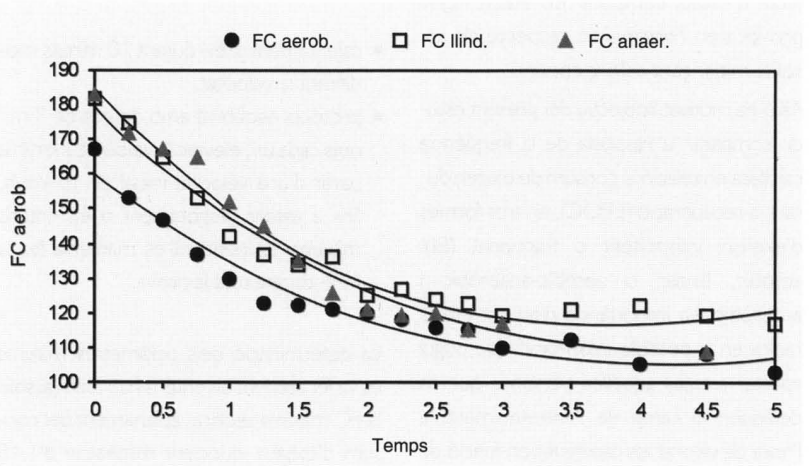


Figura 1. Representació exponencial de la recuperació de la freqüència cardíaca durant els primers 5 minuts, en les tres formes d'esforç intermitent.

tem, per tant, davant tres equacions de regressió diferents en les tres formes d'EI. El nivell de significació per als tres models es va establir en un 0,05.

Resultats

Les dades antropomètriques dels 9 subjectes que acabaren l'estudi figuren a la taula 1. Els valors màxims i el valor corresponent al llindar anaeròbic pel procediment ventilatori (VT_2) figuren en la taula 2, i expressen la intensitat de km/h en cada un dels EI: L'aeròbic (AE) a una intensitat corresponent al 65-70% del $\dot{V}O_2$ màxim; el llindar (LL) a una intensitat corresponent al valor llindar; l'anaeròbic (AN) a una intensitat per damunt del $\dot{V}O_2$ màxim.

La forma de recuperació de la FC es caracteritza per una ràpida declinació, seguida d'un descens progressivament més lent, comportament similar a l'obtingut pel consum d'oxigen postesforç (EPOC). En les figures 2 i 3 apareixen les corbes de recuperació per a la FC i l'EPOC en els tres tipus d'EI, per als 5 i 10 minuts, respectivament.

El model matemàtic de la corba de recuperació de la FC es correspon a l'exponencial o logarítmic. D'acord a López, Casajus, Terreros i Aragonés (1988), es va adoptar aquest últim i es va transformar l'equació en dues rectes, de 0 a 120 s i 120 s a 300 s, amb l'objecte de comparar les corbes de la FC de recuperació (FCR) i EPOC en les tres formes d'EI.

Les equacions de regressió per al punt de tall als 120 s en cada un dels tres tipus d'EI figuren en la taula 3. La prova d'homogeneïtat (equació a), tant per a la FCR com per a l'EPOC, en els tres tipus d'EI a 120 s es rebutja en assolir un valor de significació més gran de 0,05. S'accepta que les pendents són iguals en els tres tipus d'EI (equació b), amb un nivell de significació del 0,05. Per acabar, es rebutja que el terme independent sigui igual (equació c). Els valors de F representatius de l'anàlisi per a cada un dels EI en un punt de tall considerat (120 s), figuren en la taula 4.

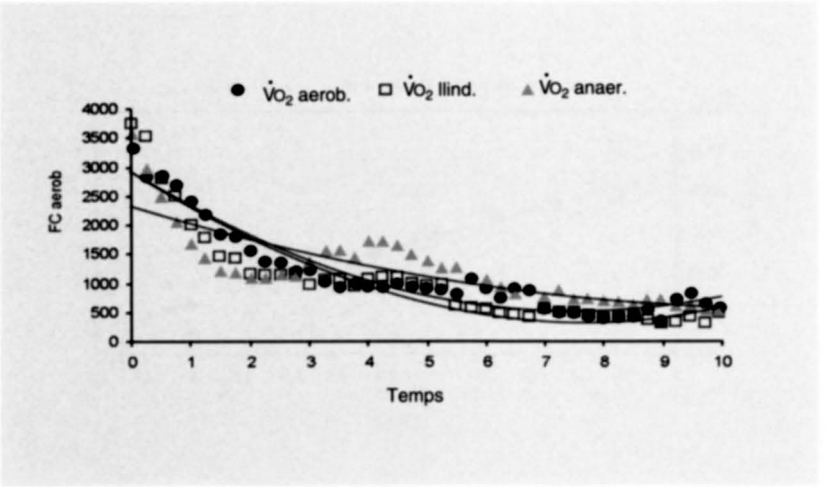


Figura 2. Representació exponencial de la recuperació de la freqüència cardíaca durant els primers 10 minuts, en les tres formes d'esforç intermitent.

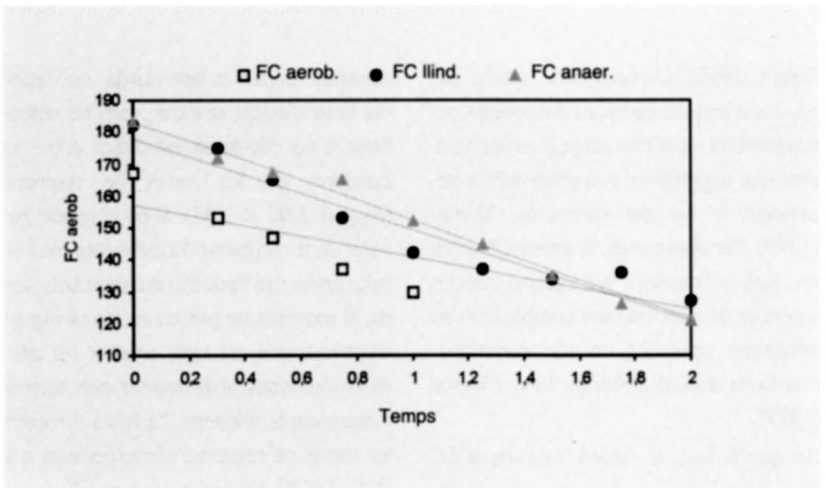


Figura 3. Rectas de regressió de la freqüència cardíaca durant els primers 120 segons de la recuperació.

Discussió

La recuperació en dues fases diferents es veu en qualsevol dels tres tipus d'esforç, independentment de la diferent intensitat demostrada pel diferents termes independents. La prova de paral·lelisme entre les tres rectes de regressió per al punt de tall als 120 s, indica que, en efecte, no són iguals ($F_{(4,12)}$ = 16,010 > 2,84), sent les pendents iguals ($F_{(2,21)}$ = 3,00 < 3,47). Els termes independents són diferents ($F_{(2,23)}$= 24,72 > 3,42), com correspon a les diferents intensitats de l'EI (AN > LL > AE). L'explicació d'aquests resultats atén a la comprensió dels mecanismes fisiològics que intervenen en l'increment de la FC durant l'exercici. Això permet raonar sobre el seu retorn als nivells de repòs.

Durant l'exercici es produeix un increment de la FC, per a un valor de pressió arterial donat, motivat per la interacció reflexa a nivell del Sistema Nerviós Central sobre el sistema cardiovascular, Korner (1979). L'esmentat increment es relaciona amb la sensibilitat dels baroreceptors, demostrada pel descens de l'interval de temps en milisegons per a un increment de pressió provocada per la injecció de noradrenalina, Cunningham, Howson, Peterson, Pickering i

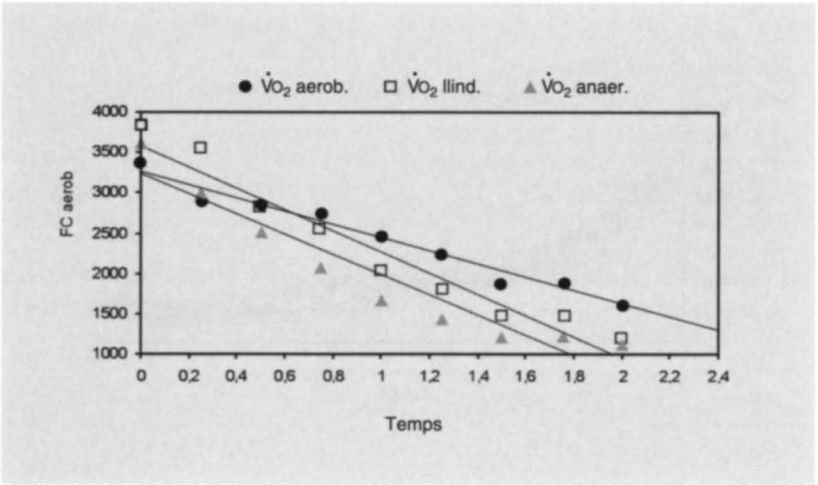


Figura 4. Rectes de regressió del consum màxim d'oxigen durant els primers 120 segons de la recuperació.

Conclusions

- La resposta ràpida de la FC durant la recuperació és independent del tipus d'EI.
- La sensibilitat del baroreflex a la informació central i perifèrica determina la recuperació de la FC durant la fase ràpida, independentment de la intensitat i duració de l'esforç.
- Segons això, la FCR durant la fase ràpida s'ha d'avaluar com a paràmetre indicatiu del tipus d'EI realitzat, ja que hi ha diferències significatives pel que fa a les intensitats absolutes (termes independents).

Sleight (1970). El mecanisme exacte que explicaria aquests canvis es desconegut actualment tot i que han sorgit diverses hipòtesis que suggereixen una acció reflexa dependent o no del baroreflex, Korner (1979). Per altra banda, la interacció entre les dues subdivisions del sistema nerviós autònom és enormement complicada i les influències oposades no són necessàriament una addició algèbrica, Levy i Martín (1979).

Pel que fa això, el retorn inicial de la FC (fase ràpida) als seus valors de repòs finalitzat a l'exercici, posa de manifest l' exquisida interacció neurovegetativa. El cesament abrupte de l'exercici determina un "canvi" de l'activitat del sistema nerviós central (SNC) sobre el sistema cardiocirculatori a conseqüència de la integració dels senyals centrals (marcapassos nerviosos localitzats a diferents nivells del neuroeix) i perifèriques (baroreceptors, quimioreceptors, receptors pulmonars i mecanoreceptors musculars). Probablement, la sensibilitat del baroreflex determina en gran mesura el descens de la FC durant la fase ràpida de la recuperació.

Contràriament a Darr, Basset, Morgan i Thomas (1988), els resultats d'aquest estudi indiquen que la manera de retornar la FC als seus valors normals en els subjectes estudiats, durant la fase ràpida, no depèn del tipus d'esforç realitzat, com ho corrobora la no diferència estadística entre les pendents de les rectes de regressió ($F_{(2,21)}$= 3,00 < 3,47). Si bé el model general de la recuperació cardíaca és molt similar en els tres tipus d'EI durant la fase ràpida, al moment de prescriure les càrregues d'entrenament cal tenir present les diferents intensitats, expressades pels termes independents diferents. La figura 4 mostra les rectes de regressió corresponents a la FCR i EPOC durant els primers 120 s.

Tot allò esmentat anteriorment implica que prendre la FC durant la recuperació, com a únic paràmetre per prescriure les pautes d'entrenament, pot implicar errors que transcendeixen als efectes pretesos a aplicar un tipus concret d'entrenament. En efecte, alguns autors no han trobat relació entre la FC i la concentració de lactat, en un rang ampli d'intensitats, Fry, Morton i Keast (1992) i Oliver, Sexmith i Johnson (1989). Aquest error es pot veure augmentat quan el control de la FC de recuperació s'efectua mitjançant la palpació, Yamají i Shephard (1985) i Boone, Frentz i Boyd (1985). Tanmateix, es comprova que considerar la FC de recuperació pot dur a errors considerables al moment de determinar la proporció d'oxigen consumit en la fase ràpida.

Bibliografia

ASTRAND, P. O. (1992), *Endurance sports*. Oxford, Blackwell Scientific Publications. Dins Shephard, R. J. i Astrand, P. O. (eds.).

BAHR, R. i MAEHLUM, S. (1986), "Excess post-exercise oxygen consumption". A short review. Acta Physiol. Scand. (supplement) (Stockolm), *128*, pp. 556.

BEAVER, W. L., WASSERMAN, K., i WHIPP, B. J. (1986), "A new method for detecting anaerobic thershold by gas exchange". J. Appl. Physiol, *60*, pp. 2020-2027.

BESTIT, C., VILLALOBOS, D. J. (1972), "Estudio estadístico de la frecuencia cardíaca en los tests clínicos de ergometría". *Apuntes de Medicina Deportiva, IX*, pp. 33-43.

BOONE, T., FRENTZ, K. L. BOYD, N. R. (1985), "Carotid palpation at two exercise intensities". *Medicines and science in sports and exercise, 17 (6)*, pp. 705-709.

CERRETELLI, P. (1980), "Oxygen Debt: Its Role and Significance". Dins: *Lactate, Physiologic, Methodologic and Phatologic Approach*, P. R. Berlin, Heidelberg, Spinger-Verlag. P. R. Moret, J. Webwe, J. CI. Haisly i H. Denolin (eds.), 1980, pp. 73-86.

CUNNINGHAM, D. J. C., M. G. HOWSON, E. S. PETERSON, T. G. PICKERING i P. SLEIGHT (1970), "Changes in the sensitivity of the baroflex in muscular exercise (Abstract)". *Acta Physiol. Scand, 79*, pp. 16A-17A.

DARR, K. C., BASSET, D. R., MORGAN, B. J., i THOMAS, D. P. (1988), "Effects of age and training status on heart rate recovery after peak exercise". *American Journal of Physiology, 254*.

DAVIS, J. A. (1985), "Anaerobic Threshold: a review of the concept and directions for future research". *Medi. Sci. Sports. Exerc.*, *17*, pp. 6-18.

FOX, E. L. i MATHEWS, D. K. (1974), *Interval Training. Conditioning for sports and General fitness*. Philadelphia, London, Toronto W. B. Saunder Company, 1974.

FRY, R. W., MORTON, A. R., KEAST, D. (1992), "Cautions with the use of data from incremental work-rate test for the prescription of work rates for interval training". *Sports-medicine, Training and Rehabilitation*, *3 (2)*.

GAITANOS, G. C.; WILLLIANS, C.; BOOBIS, L. H; BROOKS, S. (1993), "Human muscle metabolism during intermiten maximal exercise". *J. Appl. Physiol*, *75 (2)*, pp. 712-719.

GESSER, G. A., BROOKS, G. A. (1984), "Metabolic bases of escess post-exercise oxygen consumption: a review". *Med. and Sci in Sports and Exercise*, *16, 1*, pp. 29-43.

HARRIS, P. (1969), "Lactic acid and the phlogiston debt". *Cardiovascular Research*, *3*, pp. 381-390.

– (1980), "Oxygen Debt Does not exist". Dins: *Lactate, Physiologic, Methodologic and Pathologic Approach*. Berlin, Heidelberg, Spinger-Verlag. P. R. Moret, J. Webwe, J. Cl. Haisly i H. Denolin (eds.), pp. 67-72.

HERMANSEN, L.; GRANDMONTAGNE, M., MOEHLUM, S.; INGNES, I. (1984), "Postexercise elevation of resting oxygen uptake: possible mechanisms and physiological significance". Nueva York, Kargeer, en Marconet, P. (ed.), *et al.*, *Physiological chemistry of training and detraining*, pp. 119-129.

HILL, A. V. (1913), "The energy degraded in the recovery process of stimulate muscles". *Journal Physiology*, *46*, pp. 28-80.

– (1914), "The oxidate removal of lactica acid". *Journal Pshysiology*, *48*, Proc. Physiol. Soc., X-XI.

HILL, A. V., C. N. H. LONG i H. LUPTON. (1924), "Muscular exercise, lactic acid ant the supply and utilization of oxygen". Pt. I-III. *Proc. Roy. Soc. B*, *96*, pp. 438-475.

– (1924), "Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxigen". Pt. IV-VI. *Proc. Roy. Soc. B*, *97*, pp. 84-138.

– (1924), "Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxigen". Pt. VII-VIII. *Proc. Roy. Soc. B*, *97*, pp. 155-176.

KLEINBAUM-KUPPER-MULLER. (1988), *Applied Regresion analysys and other multivariable methods*. Ed. Duxbury Press.

KNUTTGEN, H. (1971), "Lactate and Oxygen debt: an introduction". Dins: *Muscle Metabolism During Exercise*, B. Nueva York: Plenum Press. Pernow i B. Saltin (eds.), pp. 361-369.

KORNER, P. I. (1979), "Central nervous control of autonomic cardiovascular function". *The Cardiovascular System. Section 2: Circulation, vol 2: The heart*. American Physiological Society, Bethesda, Maryland. Editat per Berne, R. M., Sperclakis, N. i Geiger, S. R., pp. 715-716.

LEVY, M. N. i P. J. MARTÍN. (1979), "Neural control of the heart". *The Cardiovascular System. Section 2: Circulation, vol 2: The heart*. American Physiological Society, Bethesda, Maryland. Editat per Berne, R. M., Sperclakis, N. i Geiger, S. R., pp. 594-595.

LÓPEZ, C., CASAJUS, J. A.; TERREROS, J. L. i AARGONÉS, M. T. (1988), "Anàlisi de la corba de recuperació ràpida". *Apunts, Medicina de l'esport*, *25*, pp. 29.36.

OLIVER, M. L., SEXMITH, J. R., JHONSON, J. M. (1989), "Relationships between work, cardiorespiratory, and metabolic variables during a Biokinetic swim bench interval exercise protocol". *Journal os Swiming Research*, *5 (3)*, pp. 11-16.

PEÑA SÁNCHEZ DE RIVERA, D. (1987), *Estadística. Modelos y Métodos: tomo 2: modelos lineales y series temporales*. Alianza Universitaria Textos.

SALTIN, B.; ESSEN, B., i PEDERSEN, P. K. (1976), "Intermitent Exercise: its Physiology and some Practical Applications". *Medicine Sport*, *9*, Advances in Exercise Physiology. Karge, Basel, pp. 23-51.

YAMAJI, K., SHEPHARD, R. J. (1985), "Factors influencing the use of postexercise heart rates as indices of cardio-respiratory condition". *International Journal of Sports Cardiology*, *2*, pp. 38-42.

Adaptacions neuromusculars durant l'entrenament de força en homes de diferents edats

Mikel Izquierdo
Doctor en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport
Centro de Investigación y Medicina del Deporte de Navarra
Gobierno de Navarra

Xavier Aguado
Doctor en Ciències de l'Educació
Professor de Biomecànica
INEF de Castilla-León

Paraules clau

envelliment, adaptacions neuromusculars, entrenament de força, músculs agonistes i antagonistes.

Resum

L'entrenament progressiu de força màxima combinada amb exercicis de tipus explosiu indueix increment en la força màxima (isomètrica/dinàmica i s'acompanya també amb augments considerables en la força explosiva dels músculs entrenats, no solament en les persones de 40 anys, sinó també en les de 70. L'increment de la força màxima s'explica només en part per l'augment en l'àrea de la secció transversal (AST), ja que l'activació voluntària dels músculs agonistes augmenta en major grau en les persones de mitjana i avançada edat. L'entrenament també pot induir una reducció en la coactivació dels músculs antagonistes en les persones d'avançada edat fins el mateix nivell de partida registrat per als de mitjana edat.

Els treballs que es presenten també suggereixen que no solament en persones de mitjana edat, sinó també en les d'edat avançada, es poden obtenir increments significatius en la capacitat del sistema neuromuscular per produir força màxima i explosiva. Això es deu en part a les adaptacions de tipus estructural dels músculs entrenats però en major mesura a adaptacions funcionals específiques en el sistema nerviós.

Abstract

It has been shown that systematic strength training not only in middle-aged but also in elderly people can lead to substantial increases in their strength performance. This might primarily result from considerable neural adaptations observed especially during the earlier weeks of training. Thereafter, strength development also in older people may take place due to an increasing contribution of muscle hypertrophy.

Heavy resistance training combined with explosive exercises can lead to great gains in both maximal and explosive strength characteristics of the leg extensors not only in middle-aged but also in elderly subjects accompanied by considerable increases in the voluntary neural activation of the agonist muscles with significant reductions in the antagonist coactivation in the elderly.

Entrenament, producció de força i el sistema neuromuscular

En les últimes dècades alguns investigadors feren la hipòtesi que l'entrenament de força en persones grans podria prevenir i enlentir la pèrdua de força. Els resultats mostren que l'entrenament sistemàtic de la força màxima produeix increments significatius en la seva expressió no solament en les persones de mitjana edat sinó també en les d'edat avançada (Frontera *et al.*, 1988; Häkkinen i Pakarinen, 1994; Treuth *et al.*, 1994; Häkkinen i Häkkinen, 1995; Sipila i Suominen, 1995; Häkkinen *et al.*, 1997c). La millora de la força en persones d'avançada edat després de fer un programa d'entrenament es deu principalment a l'increment de l'activació de les unitats motores (UMs) dels músculs entrenats, acompanyat gradualment per l'augment de la massa muscular (Moritani i deVries, 1980; Häkkinen, 1994).

En els següents apartats es fa una revisió dels principals treballs d'investigació que examinen l'efecte de l'entrenament sobre la producció de força i el sistema neuromuscular en homes de mitjana i avançada edat.

Efectes de l'entrenament sobre la producció de força

L'any 1945 Thomas L. Delorme va publicar un article al "Journal of Bone and Joint Surgery" sobre la millora de la potència muscular amb l'ús d'exercicis amb càrregues pesades (Delorme, 1945). Aquest va ser un dels primers treballs on s'expressaren els principis de l'entrenament de força que actualment es continuen fent servir. També es va substituir la idea de "poca resistència i moltes repeticions" per entrenaments més efectius amb "càrregues elevades i poques repeticions" i "l'entrenament progressiu de força". Des de llavors s'han dut a terme nombrosos treballs que han estudiat els efectes de l'entrenament sobre la força muscular. En persones grans s'ha vist l'augment significatiu en la seva producció després de només 2 o 3 mesos d'entrenament.

Diferents treballs d'investigació mostren que per aconseguir millores en la producció de força cal que l'entrenament tingui una intensitat i una durada suficients (Frontera *et al.*, 1988; Häkkinen, i Pakarinen, 1994; Treuth *et al.*, 1994; Häkkinen i Häkkinen, 1995; Sipila i Suominen, 1995; Häkkinen *et al.*, 1997c).

Un problema important és que, per causa de la gran variabilitat provocada per les diverses metodologies emprades en l'entrenament, resulta difícil comparar els resultats obtinguts en les diferents experiències. Això es deu al fet que principalment s'utilitzen diferents càrregues de treball en el disseny de cada programa, s'escullen diferent nombre de sèries, de repeticions, de freqüència i de durada de l'entrenament. També influeixen sobretot en els grups musculars entrenats i el tipus de metodologia de medició (Vandervoort, 1992).

En la figura 1 (Häkkinen i Komi, 1985) es mostra com en funció del conegut principi de l'especificitat de l'entrenament, un programa que utilitzi càrregues elevades amb moviment d'execució lent, induirà millores en la força màxima (part alta de la figura 9). Mentre que, tant en joves (Komi, 1986) com en persones grans (Frontera *et al.*, 1988), romandran constants els canvis en els primers milisegons de la corba força-temps isomètrica i en les parts inicials de la corba força-velocitat. D'altra banda, l'entrenament de la força explosiva (en realitzar exercicis amb càrregues lleugeres al més ràpid possible), ocasionarà una millora en les parts inicials de les corbes força-temps i força velocitat (Viitasalo, 1985c; Komi, 1986).

En les experiències desenvolupades amb persones d'edat avançada s'han utilitzat principalment activitats físiques aeròbiques. Tanmateix, amb l'objectiu de minimitzar els efectes que l'envelliment té sobre el sistema neuromuscular, es creu que l'entrenament de la força hauria de ser recomanable com una part del programa total d'activitat física que es dissenyi, de manera que les persones mantinguin la seva capacitat funcional en bones condicions.

Segons aquesta hipòtesi, els beneficis del manteniment o, fins i tot, de la millora de la força màxima i explosiva en les persones grans, hauria de servir per corregir problemes en la marxa, prevenir caigudes i millorar la mobilitat articular. Això permetria que les persones grans poguessin desenvolupar millor i mantenir durant més anys la seva independència funcional.

Augment de la força màxima

Diversos estudis han mostrat que la realització d'un entrenament sistemàtic de la força màxima s'acompanya d'increments significatius en la producció de força, no solament en persones joves, sinó també en les grans. Així, després de només uns mesos d'entrenament de força màxima dinàmica tant en persones de 70-75 anys (Frontera *et al.*, 1988; Hagberg *et al.*, 1988), com en persones de 85-96 anys (Fiatarone *et al.*, 1994) es varen observar increments mitjans en la força màxima del 100%, mesurada dinàmicament amb la 1RM. Tanmateix, altres estudis han mostrat que els efectes del mateix entrenament en la força isomètrica màxima es varen incrementar una mitjana del 30% (Moritani i deVries 1980; Frontera *et al.*, 1988; Häkkinen i Häkkinen, 1995; Häkkinen i Pakarinen, 1933). En la figura 2 es mostren els increments obtinguts en la força màxima isomètrica i dinàmica (1RM), després de sotmetre a persones de 40 i 70 (n=11) anys a un programa combinat de força màxima i explosiva durant 6 mesos d'entrenament (Izquierdo, 1997).

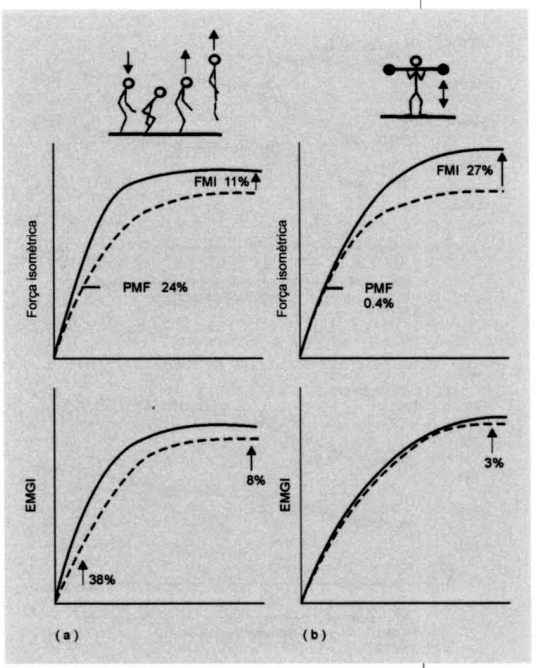


Figura 1.

En general, els estudis que investiguen els efectes de l'entrenament de força dinàmica sobre diferents tipus d'accions musculars en persones grans mostren augments més grans en una repetició màxima (1RM) que en medicions isomètriques o isocinètiques (Frontera *et al.*, 1988). Aquests resultats s'atribueixen a l'especificitat de les adaptacions neurals (Sale, 1988) o al possible efecte de l'aprenentatge.

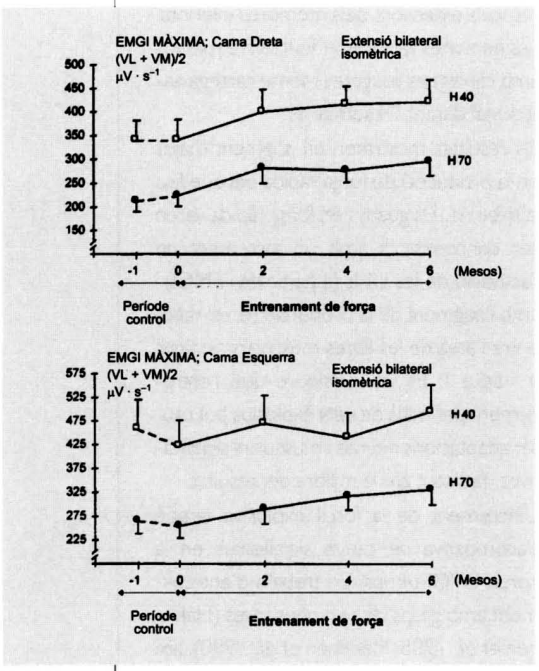


Figura 4.

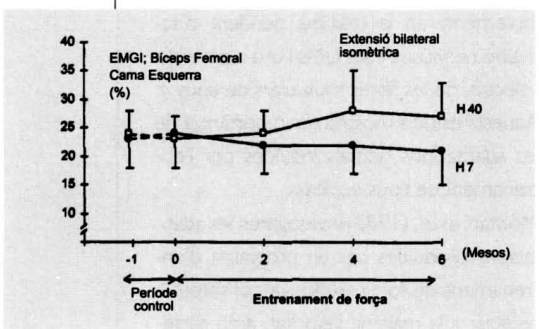


Figura 5.

d'entrenament de sis mesos, es va observar un augment en la màxima activació voluntària dels músculs agonistes durant l'acció isomètrica d'extensió dels membres inferiors (fig. 4). També es va incrementar en totes les persones la màxima EMGIs del múscul bíceps femoral (BF) durant l'acció isomètrica màxima de flexió del genolls. Aquests resultats concorden amb el concepte que en persones no entrenades, independentment de l'edat, els increments en la força màxima durant les primeres setmanes d'entrenament s'atribueixen en gran part a l'increment de l'activació de les UMs dels músculs agonistes (Moritani i DeVries, 1980; Häkkinen i Komi, 1983; Komi, 1986; Sale, 1988; Häkkinen, 1994; Häkkinen i Häkkinen, 1995). Els increments induïts per l'entrenament en la magnitud de l'EMG (EMGI) podrien ser a causa de l'augment en el nombre de la UMs actives i a l'increment en la seva freqüència d'estimulació (Enoka, 1988; Sale 1991). Per la seva part, els increments en l'excitació neta de les motoneurones podrien ser a causa de l'augment en l'estímul d'excitació, de la reducció en l'estímul d'inhibició, o tots dos (Sale, 1991).

Reducció de la coactivació antagonista

S'ha pogut comprovar que els mecanismes d'adaptació neural induïts per l'entrenament de força de les persones joves, sense entrenament previ, tenen lloc, a més de per l'augment de l'activació dels músculs agonistes, per una disminució de la coactivació dels músculs antagonistes (Sale, 1986; Carolan i Cafarelli, 1992; Garfinkel i Cafarelli, 1992).

La coacció antagonista és normalment excessiva en persones principiants, però pot ser reduïda amb l'entrenament. En algun cas la coactivació antagonista s'associa amb la familiaritat amb el moviment (Solomonow *et al.*, 1988). En un estudi fet per Carolan i Cafarelli (1992) es va observar com la coactivació dels flexors del genoll, quan actuaven com a antagonistes en moviments d'extensió, va disminuir la seva activació en la contracció màxima isomètrica voluntària després de 8 setmanes d'entrenament. Curiosament, la major reducció observada per Carolan i Cafarelli en la coactivació va ocórrer en la primera setmana d'entrenament. La coactivació sembla ser un mecanisme del sistema nerviós central que entra en funcionament segons la incertesa de l'acció que s'hagi de realitzar (Enoka, 1994, 1997). Per exemple, les persones grans tenen dificultats per controlar la pendent de reducció de la força i fan servir habitualment com a solució la coactivació de la musculatura antagonista.

La reducció en l'activació antagonista és regulada per mecanismes que no es controlen voluntàriament i depenen del sistema nerviós central. Diferents estudis han suggerit que la coactivació és facilitada per l'activació de les cèl·lules Renshaw, les quals inhibeixen l'activitat de les interneurones Ia, mitjançant l'excitació de les interneurones Ib dels òrgans de Golgi. També podria ser a causa d'una acció directa del sistema nerviós central. L'atenuació de qualsevol d'aquestes vies produirà reducció en la coactivació (Henatsch i Langer, 1985; Solomonow, 1988).

Tanmateix, de la mateixa manera que aquest mecanisme d'adaptació neural ha estat poc examinat en persones joves (Corolan i Cafarelli, 1992) en persones grans es desconeix fins a quin punt la millora de força amb l'entrenament és a causa d'un augment en l'activació dels músculs agonistes o a canvis en els patrons d'activació agonista/antagonista. En un estudi realitzat per Häkkinen i col·laboradors (1997) es va observar una reducció significativa en la coactivació dels músculs antagonistes durant l'acció isomètrica màxima i la 1RM d'extensió dels membres inferiors en el subgrup de 70 anys en comparació amb el de 40 anys després d'un període de sis mesos d'entrenament. La coactivació antagonista en les persones de més edat va estar aproximadament en els mateixos nivells que la registrada per als de mitjana edat, els quals no demostraren canvis en la seva coactivació (Izquierdo, 1997) (fig. 5).

L'entrenament de la força màxima indueix no solament a augments en l'activació dels músculs agonistes, sinó també una reducció en la coactivació dels músculs antagonistes. Aquests factors, units a l'òptima activació dels músculs sinergistes són els que afavoriran la producció neta de força dels músculs agonistes (Rhuterford i Jones, 1986; Sale, 1988; Eloranta i Komi, 1981; Narice *et al.*, 1989; Carolan i Cafarelli, 1992; Keen *et al.*, 1994).

En resum, l'entrenament progressiu de força màxima combinada amb exercicis de tipus explosiu indueixen increments en la força màxima (isomètrica/dinàmica) i s'acompanyen també amb augments considerables en la força explosiva dels músculs en-

Adaptacions neurals a l'entrenament

La millora de la producció de força en l'home està determinada no solament per l'augment de l'AST i la distribució de les fibres dels grups musculars participants, sinó també per la magnitud de l'activació de la massa muscular (factors neurals).

S'ha vist que en sotmetre a un grup de persones a 12 setmanes d'entrenament intensiu es va produir un increment significatiu en la força màxima sense canvis en la massa muscular (deVries 1969; Komi *et al.* 1978). S'han obtingut resultats del mateix tipus quan només s'entrena una cama i en medicions posteriors s'han registrat també millores en la cama no entrenada sense evidències d'hipertròfia (Moritani i deVries 1980). Així mateix, després de 6 setmanes d'entrenament s'observaren increments majors en la producció de força, quan aquesta s'analitzava amb una metodologia de medició familiar.

Aquests estudis suggereixen que els increments de força induïts per l'entrenament s'associen a un procés d'adaptació en el sistema nerviós, ja sigui per un augment en l'activació de la musculatura agonista o bé per canvis en els patrons d'activació de la musculatura antagonista (Häkkninen *et al.*, 1985, 1987; Komi, 1986). Les adaptacions del sistema nerviós a l'entrenament de força es produeixen tant en la transmissió des del sistema nerviós central, com en les respostes de tipus reflex a nivell de la medul·la espinal. A més a més, s'origina una retroalimentació d'ambdós centres nerviosos des dels receptors sensorials perifèrics. En aquest esquema s'observa que l'entrenament de la força màxima i explosiva produirà adaptacions específiques del sistema nerviós, així com en el propi teixit muscular (Enoka, 1988; Häkkinen, 1989).

Es considera que durant les primeres etapes de l'entrenament, l'augment de l'activació nerviosa és un dels factors determinants del desenvolupament de la força. En canvi, una vegada passades les 3-5 primeres setmanes els factors hipertròfics prevalen sobre els tipus neutral. (Davies *et al.*, 1985), Häkkinen *et al.*, 1985, 1987; Houston *et al.*, 1983; Komi, 1986; Narici *et al.*, 1989).

Una de les principals adaptacions induïdes per l'entrenament és l'augment de l'activació dels músculs agonistes. Aspecte que serà tractat en el punt següent.

Augment de l'activació agonista

L'activitat electromiogràfica integrada (EMGI) registrada per elèctrodes de superfície en els grups musculars sotmesos a un programa d'entrenament ha estat utilitzada en diferents estudis per mesurar les adaptacions en el sistema neuromuscular. L'EMGI no revela amb detalls els mecanismes de l'adaptació neural, però suggereix que l'increment en l'excitació neta de les motoneurones pot ser a causa d'un augment en la seva activació i inhibició (Komi 1986; Sale 1986).

Els augments en la força màxima durant les primeres setmanes d'entrenament es deuen sobretot a l'augment de l'activació en els músculs agonistes entrenats, sempre i quan les persones no hagin estat sotmeses a un entrenament previ (Moritani i deVries, 1980; Häkkinen i Komi, 1983; Komi, 1986; Sale 1988; Häkkinen i Häkkinen, 1995; Häkkinen *et al.*, 1996).

El treballs que han estudiat els efectes de l'entrenament sobre els factors neurals mostren que es produeixen canvis diferents en els patrons d'activació de les UMs en funció del disseny del programa (p.e. amb càrregues màximes i velocitats d'execució lentes o amb càrregues lleugeres i velocitats màximes). Per l'esmentat motiu, els canvi en l'EMGI induïts per l'entrenament de força són aparentment contradictoris. Des d'estudis on no es troba cap efecte (Cannon i Cafarelli; Thorstensson *et al.*, 1976*b*) fins a treballs que reporten increments d'un 38% en l'EMGI (Komi *et al.*, 1978).

Per exemple, en el treball desenvolupat per Häkkinen *et al.* (1985) es va examinar la influència de l'entrenament de tipus explosiu sobre el temps de producció i relaxació de força isomètrica i l'activitat elèctrica dels músculs extensors dels membres inferiors. Les persones varen estar fent salts explosius amb càrregues lleugeres i sense càrrega addicional durant 24 setmanes.

Els resultats mostraren un augment major en la producció de força ràpida pel que fa a la màxima. Els guanys en força ràpida varen ser concomitants amb un increment en l'activació de les UMs (a partir de l'EMGI) i amb l'augment de la proporció (en el ratio) entre l'àrea de les fibres musculars de tipus II i tipus I. Es va concloure que l'entrenament per mitjà de salts explosius pot causar adaptacions neurals i musculars significatives, facilitant així la millora del resultat.

L'increment de la força explosiva també s'acompanya de canvis significatius en la corba EMGI-temps. En treballs d'entrenament amb grups de persones joves (Häkkinen *et al.* 1985; Häkkinen *et al.* 1990), així com amb persones d'edat avançada (Häkkinen i Häkkinen, 1995) s'observaren increments en la màxima pendent d'activació nerviosa de les UMs i una hipertròfia selectiva de les fibres musculars de tipus II. Aquests estudis mostren la importància de les adaptacions neurals induïdes per l'entrenament de tipus explosiu.

Moritani *et al.* (1987) investigaren les adaptacions produïdes per un programa d'entrenament de força explosiva consistent a realitzar a la màxima velocitat, amb càrregues del 30% de la 1RM, 30 repeticions al dia, 3 dies per setmana durant 2 setmanes. Els resultats mostraren que els canvis induïts per l'entrenament es produïren, sobretot, a adaptacions de tipus neural. En aquest estudi es va veure un gran increment en l'activació muscular acompanyat d'un augment de la sincronització de l'activació de les UMs després de l'entrenament.

Per la seva part, en un altre estudi fet per Häkkinen i Häkkinen (1995), durant 12 setmanes d'entrenament, també es van obtenir increments significatius en la màxima EMGI entre les 4 a 8 primeres setmanes amb persones de mitjana i edat avançada.

En diferents experiències on s'han registrat increments tant en la força màxima com en la de tipus explosiu (Häkkinen *et al.*, 1997, Izquierdo 1997), després d'un període

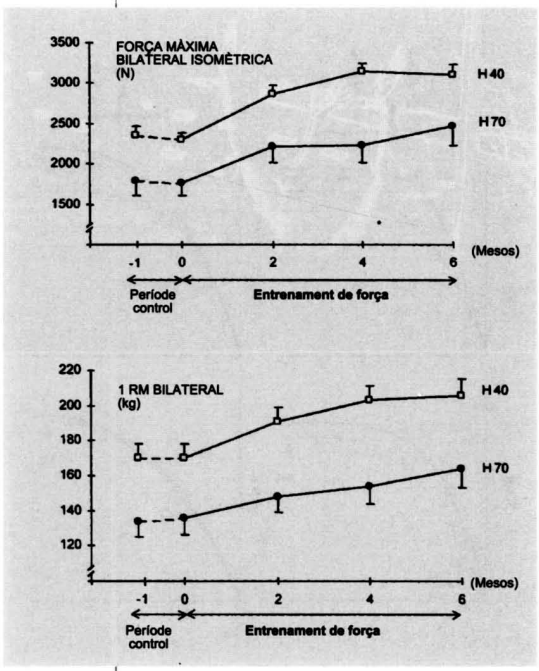


Figura 2.

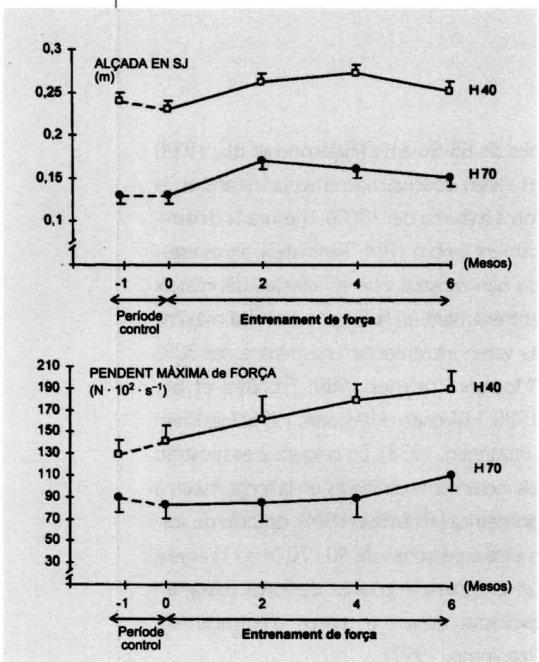


Figura 3.

La millora de la força que s'observa en persones d'avançada edat després de fer un programa d'entrenament es deu principalment a l'increment de l'activació de les UMs dels músculs entrenats i d'un augment més gradual de la massa muscular (Moritani i deVries 1980; Häkkinen 1994). Aquestes adaptacions neuromusculars a l'entrenament es tractaran en més profunditat en els següents punts d'aquest treball de revisió.

Augment de la força explosiva

Les investigacions sobre els efectes de l'entrenament de la força explosiva en persones grans són encara escasses i amb resultats contradictoris.

En una experiència feta per Rice *et al.* (1993), durant 24 setmanes d'entrenament de la força explosiva es va reduir el temps fins arribar a la màxima tensió muscular provocada per estimulació elèctrica i es va incrementar la pendent màxima de força (PMF) en el test isomètric d'extensió de genolls. Per la seva part, Häkkinen i Häkkinen (1977) després de fer un programa d'entrenament combinat de força màxima i força explosiva de 6 mesos de durada observaren en persones de mitjana edat i avançada edat increments considerables en la producció de força explosiva en accions isomètriques i dinàmiques (fig. 3). Tanmateix, és possible que amb el propòsit d'induir increments en la força explosiva, les persones grans siguin més sensibles a la durada, volum i tipus d'entrenament específic que els joves (fig. 3) (Häkkinen i Häkkinen, 1995; Newton *et al.*, 1996).

Aquests estudis suggereixen que és recomanable que les persones grans facin un entrenament de la força màxima i combinin amb exercicis de naturalesa explosiva, per minimitzar els efectes de l'envelliment sobre el sistema neuromuscular. Això podria formar part de tota l'activitat física programada per mantenir la capacitat funcional de les persones grans en un bon nivell durant el major temps possible (Häkkinen i Häkkinen, 1991).

L'increment de la força màxima i explosiva després d'un programa d'entrenament podrà estar limitat a determinats patrons de moviment, velocitats de contracció i diferents tipus de càrrega. També convida a pensar en l'error que suposa considerar totes les metodologies de quantificació de la força explosiva i màxima igualment sensibles a les adaptacions associades amb els diferents sistemes d'entrenament de la força.

Àrea de la secció transversal muscular

Diferents estudis assenyalen que quan la intensitat i la durada de l'entrenament siguin adequades, el múscul esquelètic de persones d'edat avançada conserva la capacitat d'hipertrofiar-se (Frontera *et al.*, 1988; Treuth *et al.*, 1994; Häkkinen i Häikkin, 1995; Sipila i Suominen, 1995), degut al fet que s'ha observat un augment en l'àrea de les fibres de contracció ràpida i lenta.

Alguns estudis experimentals han mostrat en grups de persones d'edat avançada diferències significatives en l'àrea de la secció transversal muscular (AST) del grup muscular quàdriceps femoral (QF) mesurada abans i després de només 2-3 mesos d'un entrenament de força (Frontera *et al.*, 1988; Häkkinen i Häkkinen, 1995; Häkkinen *et al.* 1995). Durant un entrenament de força màxima l'augment total en l'AST del QF va ser del 10%-12% en persones de mitjana i avançada edat (Häkkinen i Häkkinen, 1991; Frontera *et al.*, 1988).

Tanmateix, la magnitud de la hipertròfia provocada per l'entrenament no es correlaciona necessàriament amb els increments en la força màxima observats durant períodes de poques setmanes (Moritani i deVries, 1980; Frontera *et al.*, 1988; Häkkinen i Häkkinen, 1995). Aquests resultats suggereixen que a més de la hipertròfia muscular, l'adaptació del sistema nerviós serà un factor important per al desenvolupament de la força en persones no entrenades, independentment del sexe i l'edat.

En els següents apartats es mostraran els resultats d'algunes experiències que han estudiat les adaptacions neurals induïdes per l'entrenament. Es dividiran per al seu estudi en: 1) els mecanismes adaptatius dirigits a l'augment de l'activitat muscular dels músculs agonistes i 2) els que produeixen una reducció de la coactivació dels músculs antagonistes.

trenats, no solament en les persones de 40 anys, sinó també en les de 70.

L'increment de la força màxima s'explica només en part per l'augment en l'AST, ja que l'activació voluntària dels músculs agonistes augmenta en major grau en les persones de mitjana edat i edat avançada. L'entrenament també pot induir una reducció en la coactivació dels músculs antagonistes en les persones d'edat avançada fins el mateix nivell de partida registrat per als de mitjana edat.

Els presents treballs també suggereixen que no solament en persones de mitjana edat, sinó també en les d'edat avançada es poden obtenir increments significatius en la capacitat del sistema neuromuscular per produir força màxima i explosiva. Això serà a causa, en part, de les adaptacions de tipus estructural dels músculs entrenats però en major mesura de les adaptacions funcionals específiques en el sistema nerviós.

L'entrenament de la força cada vegada té una major utilitat quan s'utilitza amb fins de rehabilitació i preventius per a minimitzar canvis lligats a l'edat en atròfia muscular i reducció de la capacitat funcional. Tanmateix, amb el fi d'optimitzar els seus efectes cal conèixer amb major profunditat les adaptacions específiques a causa dels programes combinats d'entrenament de força. No obstant, queden per definir en futurs treballs la influència de les modificacions en el volum, intensitat i durada de cada període d'entrenament sobre les variables estudiades.

Per acabar, es podia suggerir que, amb el propòsit de minimitzar la reducció associada a l'edat en activitats neuromusculars, un adequat entrenament de força en persones grans podria incloure no solament exercicis de força màxima amb càrregues relativament altes, sinó també diversos exercicis de naturalesa explosiva.

Agraïments

Aquest treball va ser realitzat en part gràcies a una beca concedida per l'Instituto Navarro de Deportes y Juventud. Centro de Investigación y Medicina del Deporte. Gobierno de Navarra, España.

Bibliografia

CANNON, R.J. i CAFARELLI, E. (1987), "Neuromuscular adaptations to training". *J. Appl. Physiol. 63,* pp. 2396-2402.

CAROLAN, B. i CAFARELLI, E. (1992), "Adaptations in coactivacion after isometric training". *J. Appl. Physiol. 73,* pp. 911-917.

DAVIES, C.T., DOOLEY, P., McDONAGH, M. J. N. i WHITE, M. (1985). "Adaptation to mechanical properties of muscle to high force training in man". *J. Physiol. 365,* pp. 277-284.

DELORME, T. L. (1945), "Restoration of muscle power by heavy resistance exercises". *J. Bone Joint Surg. American. 27,* pp. 645-667.

DE VRIES, H. A. (1968), "Efficiency of electrical activity as a measure of the functional state of muscle tissue". *Am. J. Phys. Med. 47,* pp. 10-22.

ENOKA, R. M. (1988), "Muscle strength and its development: New perspectives". *Sports. Med. 6,* pp. 146-168.

– (1994), *Neuromechanical basis of kinesiology.* 2a. ed. Champaign (IL): Human Kinetics.

– (1997), "Neural adaptations with chronic physical activity". *J. Biomechanics, 30 (5),* pp. 447-455.

ELORANTA, V. i KOMI, P. V. (1981), "Postural effects on the function of the cuadriceps femoris muscle under concentric contraction". *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, 21, pp. 555-567.

FIATARONE, M. A., O'NEILL, E. F., RYAN, N. D. *et al.* (1994), "Exercise Training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people". *The New England Journal of Medicine. 330,* pp. 1769-1775.

FRONTERA, W. R., MEREDITH, C. N., O´REILLY, K. P., KNUTTGEN, H. G. i EVANS, W. J. (1988), "Strength conditioning in older men; skeletal muscle hypertrophy and improved function". *J. Appl. Physiol. 71,* pp. 644-650.

GARFINKEL, S. i CAFARELLI, E. (1992), "Relative changes in maximal force, EMG and muscle cross-sectional area after isometric training". *Med. Sci. Sports. 24,* pp. 1220-1227.

HÄKKINEN, K. (1989), Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. J. Sports Med. Phys. Fitness. 29, pp. 9-26.

– (1990), Scientific facts used as a base to determine strength. Dins: Seminario Internacional Test de Campo, C.O.I. 2-23.

– (1994), Neuromuscular adaptation during strength training, aging, detraining, and immobilization. Crit. Rev. Phys. Rehabil. Med. 6, pp. 161-198.

HÄKKINEN, K. i HÄKKINEN, A. (1991), Muscle cross-sectional area, force production and relaxation characteristics in women at different ages. Eur. J. Appl. Physiol. 62, pp. 410-414.

– (1995), Neuromuscular adaptations during intensive strength training in middle-aged and elderly males and females. Electromyograph. Clin. Neurophysiol. 35, pp. 137-147.

HÄKKINEN, K., KOMI, P. V. (1983) "Alterations of Mechanical Characteristics of human Skeletal Muscle During Strength Training". *Eur. J. Appl. Physiol. 50,* pp. 161-172.

– (1985), "Effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various strech-shortening cycle exercise". *Scand. J. Sports Sci. 7 (2),* pp. 65-76.

HÄKKINEN, K., KOMI, P. V. i KAUHANEN(1987b). Scientific Evaluation of Specific loading of the knee extensor muscles with Variable Resistance, Isokinetic and Barbell Exercises. David fitness equipment ltd.

HÄKKINEN, K., KOMI, P. V. i TESCH, P. A. (1981), "Effect of combined concentric and eccentric strength training and detraining on force-time, muscle fiber and metabolic characteristics of leg extensor muscles". *Scand. J. Sports Sci. 3* (2), pp. 50-58.

HÄKKINEN, K., PAKARINEN, A., HYRÖLAINEN, H., CHENG, S., KIM, D. H. i KOMI, P. V. (1990), "Neuromuscular adaptations and Serum hormones in Females during Pronlonged power training". *Int. J. Sports Med. 11 (2),* pp. 91-98.

HÄKKINEN, K. i PAKARINEN, A. (1993), *Muscle strength and serum hormones in middle-aged and elderly men and women.* Acta Physiol. Scand. 148, pp. 199-207.

– (1994), *Serum hormones and strength development during strength training in middle-aged and elderly men and women.* Acta Physiol. Scand. 150, pp. 211-219.

HÄKKINEN, K., PASTIENEN, U-M., KARSIKAS, R. i LINNAMO, V. (1995), "Neuromuscular performance in voluntary bilateral and unilateral contractions and during electrical stimulation in men at different ages". *Eur. J. Appl. Physiol. 70,* pp. 518-527.

HÄKKINEN, K., KRAEMER, W. J., KALLINEN, M., LINNAMO, V., PASTINEN, U-M. i NEWTON, R.U. (1996), "Bilateral and Unilateral Neuromuscular Function and muscle cross-sectional area in middle-aged and elderly men and women". *J. Gerentol. Biol. Sci. 51A,* 1, B21-B29.

HÄKKINEN, K., KALLINEN, M., IZQUIERDO, M., JOKELAINEN, K., LASSILA, H., MÄLKIA, H., KRAEMER, W.J., NEWTON, R. U. i ALE, M. (1997*c*), *Neuromuscular adaptations during strength training in middle-aged and elderly men and women*. Acta physiol. Scand. Submitted for publication.

HENATSCH, H. D. i LANGER, H. H. (1985), "Basic neurophysiology of motor skill in sport". *Int. J.Sports Med. 6,* pp. 2-14.

HOUSTON, M. E., FROESE, E. A., VALERIOTE, St. P. i GREEN, H. J. (1983), "Muscle performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: A one leg model". *Eur. J. Appl. Physiol. 51*, pp. 25-35.

IZQUIERDO, M. (1997), *Producción de fuerza, área de la sección transversal muscular y activación neural de los músculos extensores de los miembros inferiores durante acciones isométricas y dinámicas. Adaptaciones neuromusculares durante el entrenamiento de fuerza en hombres de 40 y 70 años.* Tesi Doctoral. Universidad de León.

KEEN, D. A., YUE, G. H. i ENOKA, R. M. (1994), "Training-related enhancement in the control of motor output in elderly humans". *J. Appl. Physiol. 77 (6)*, pp. 2648-2658.

KOMI, P. V., VIITASALO, J. T., RAURAMAA, R. i VIRKKO, V. (1978), "Effect of isometric strength training on mechanical, electrical and metabolic aspects of muscle function". *Eur. J. Appl. Physiol. 40,* pp. 45-55.

KOMI, P. V. (1986), "Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, Hypertrophic and mechanical factors". *Int. J. Sports Med. (Suppl) 7*, pp. 10-15.

MORITANI, T. i DEVRIES, H. A. (1979), "Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain". *Am. J. Phys. Med. 58*, pp. 115-130.

– (1980), "Potential for gross muscle hypertrophy in older men". *J. Gerontology. 35*, pp. 672-682.

MORITANI, T. i MURO, M. (1987), "Motor unit activity and surface electromyogram power spectrum during increasing force of contraction". *Eur. J. Appl. Phyisol. 56*, pp. 265-266

NARICI, M. V., ROI, G. S., LANDONI, L., MINETTI, A. E. i CERRETELLI, P. (1989), "Changes in force, cross-ectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps". *Eur. J. Appl. Physiol. 59*, pp. 310-319.

NEWTON, R. U., HÄKKINEN, K., HUMPHRIES, B. J., MCCORMIK, M. R., VOLEK, J. i KRAEMER, W. J. (1996). "Adaptations in muscle power and force-time characteristics accompanying resistance training of young versus older men". En: *The proceedings of the First Australiasian Biomechanics Conference* (ed. Lee *et al.*). University of Sidney, pp. 132-133.

RHUTERFORD, O. M. i JONES, D. A. (1986), The role of learning and coordination in strength training. Eur. J. Appl. physiol. 55, pp. 100-105.

RICE, C., CUNNINGHAM, D., PATERSON, D. H. i DICKINSON, J. R. (1993), "Strength training alters contractile properties of the triceps brachii in men afed 65-78 years". *Eur. J. Appl. Physiol. 66,* pp. 275-280.

SALE, D. G. (1986), "Neural adaptation in strength and power training", en: Jones, N., McCartney, N., McComas, A. (eds.). *Human Muscle Power*, Champaign, IL. Human Kinetics Publishers.

– (1988), "Neural adaptation to resitance training". *Med. Sci. Sports. Exec. 20,* pp. S135-S145.

– (1991), Testing strength and power. En: MacDougall J. D. Wenger H. A. Green H. J. (eds). *Physiological testing of the high performance athlete.* Champaign. IL: Human Kinetics, pp. 21-103.

SIPILÄ, S. i SUOMINEN, H. (1995), "Effects of strength and endurance training on thigh and leg muscle mass and composition in elderly women". *J. Appl. Physiol. 78,* pp. 334-340.

SOLOMONOW, M., BARATTA, R., ZHOU, B. H. i D'AMBROSIA, R. (1988), "Electromyogram coactivation patterns of the elbow antagonist muscles during slow isokinetic movement". *Exp. Neurol. 100*, pp. 470-477 s.

SPIEGEL, K., STRATTON, J., BURKE, J.R., GLENDINNING, E. S. i ENOKA, R. M. (1996), "Influence of age on the assessment of motor unit activation in a human hand muscle". *Exp. Physiol. 81,* pp. 805-809.

THORTENSSON, A., GRIMBY, G. i KARLSSON, J. (1976*b*) "Force velocity relations and fiber composition in human knee extensor muscles". *J. Appl Physiol. 40,* pp. 12-6.

TREUTH, M., RYAN, A., PRATLEY, R., RUBIN, M., MILLER, J. *et al.* (1994), "Effect of strength training on toal and regional body composition in older men". *J. Appl. Physiol. 77 (2)*, pp. 614-620.

VANDERVOORT, A. A. (1992), "Effects of aging on human neuromuscular function: Implications for exercise". *Can. J. Sport Sci. 17*, pp. 178-184.

VIITASALO, J. T. (1985*c*), "Effects of training on force-velocity characteristics". En Winter D.A. Norman, R.W. Wells, R.P. *et al.*, editors. *Biomechanics IX-A*. Champaign. IL: Human Kinetics, pp. 96-101.

Punts crítics de l'estirada d'arrencada en halterofília

Philippe Campillo
Doctor en Educació Física i Esportes
Université de Montpellier I. Faculté des Sports

Claude Hertogh
Subdirector de la Faculté des Sports
Université Antilles-Guyane

Jean Paul Micallef
Director d'investigació en Biomecànica
Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
Montpellier

Paraules clau
halterofília, biomecànica, força-velocitat, punts crítics

Abstract

The aim of this study is to analyse technique in weight-lifters at international level, following the curves of vertical forces. This work, with the help of a strength platform, and a system of analysis of two-dimensional video, tracks down the different critical points that contribute to these curves throughout the lift and jerk in weight-lifting. Six international weight-lifters have each taken three lift and jerk tests, using weights at 70%, 80% and 90% of their best lifts. In the course of the lift we noticed three critical points: two maximum (T_z1, F_z1) and (T_z3, F_z3) separated by a minimum (T_z2, F_z2). These points express from a cinematic and dynamic plane, the transitions of the technical phases. In the calculated data, as a whole, two variables of the weight-lifting bar system (T_z3-T_z1 and F_z1/F_z0) and four variables studied on the cinematic video of the bar (maximum height, maximum height/stature, maximum height/leg length and average speed) show significant differences in the tests throughout the Wicolson tests. The use of a matrix of correlations (Spearman test), together with a matrix of probabilities, shows a high correlation between the different points. It is necessary to underline the importance of the critical point ((T_z1, F_z1) with respect to the other points and their repercussions on the cinematic variables of the bar ($r=0.83$, $P<0.01$) for F_z1 and DV maximum at 90% of maximum weight. The first summit of F_z1 force is reached more quickly and the force relations lessen (to be exact F_z1/F_z0) respectively the same, to 1.65 ± 0.10, then 1.54 ± 0.08 at 70% and 80% of the maximum. The decrease in the force relation F_z1/F_z2 and the increase of F_z3/F_z1, with respect to the cinematic variables of the bar, are significative of weight-lifting possibilities.

Resum

La finalitat d'aquest estudi és analitzar la tècnica en halterofilistes de nivell internacional, seguint les corbes de les forces verticals. Aquest treball, amb l'ajuda d'una plataforma de forces i d'un sistema d'anàlisi de video en dues dimensions, localitza els diferents punts crítics que intervenen en aquestes corbes al llarg de l'estirada d'arrencada en halterofília. Sis halterofilistes de nivell internacional han fet tres proves d'arrencada cada un, i feren servir càrregues al 70%, 80% i 90% de les seves marques màximes. En el transcurs de l'arrencada es noten tres punts crítics: dues màximes (T_z1, F_z1) i (T_z3, F_z3) separades per un mínim (T_z2, F_z2). Els esmentats punts tradueixen, des d'un pla cinemàtic i dinàmic les transicions de les fases tècniques. En el conjunt de les dades calculades, dues variables del sistema halterofilista-barra (T_z3-T_z1 i F_z1/F_z0) i quatre variables estudiades sobre la cinemàtica de la barra (altura màx., altura màx./talla, altura màx./longitud cames i velocitat mit.), presenten diferències significatives entre les proves al llarg del test de rang de Wilcoxon. La utilització d'una matriu de correlacions (test d'Spearman), associada a una matriu de probabilitats, demostra correlacions elevades entre els diferents punts. Cal subratllar la importància del punt crític (T_z1, F_z1) pel que fa als altres punts i les seves repercussions cinemàtiques de la barra ($r = 0,83$, $P < 0,01$) per a F_z1 i DV màx. a 90% de la càrrega màxima). El primer pic de més força F_z1 és assolit més ràpidament i les relacions de força disminueixen (en con-

cret F_z1/F_z0), respectivament igual, a 1,65 ± 0,10, després 1,54 ± 0,08 a 70% i 90% màxim. La disminució de la relació de la força F_z1/F_z2 i l'augment de F_z3/F_z1, pel que fa a les variables cinemàtiques de la barra, són significatius de les possibilitats de l'halterofilista.

Introducció

Per arribar a aconseguir marques en l'arrencada i en els dos temps, l'halterofilista ha d'exercir sobre la barra una potència mecànica instantània molt important. L'interès que han demostrat els biomecànics en optimitzar l'esmentada potència pot veure's reflectit en els nombrosos estudis que han dut a terme. Efectivament, la força i la velocitat són fonamentals per a l'elevació de les càrregues en un pla vertical (Garhammer, 1982; González Badillo, 1991; Campillo *et al.*, 1996).

Amb la utilització d'instruments sofisticats, és possible quantificar aquesta potència per analitzar les variacions de les velocitats de la barra i també les forces del sistema, compost per l'halterofilista i la barra (Brown *et al.*, 1985; Garhammer, 1980 i 1991; Campillo *et al.*, 1997a). L'ús de plataformes de força i/o material de video gràfics, facilita l'observació i la comparació de les diferents tècniques en aquesta disciplina olímpica (Enoka, 1979; Burdett, 1982; Baumann *et al.*, 1988; Garhammer *et al.*, 1989).

Però les relacions entre la marca i els paràmetres antropomètrics i fisiològics, específics a cada atleta, són poc conegudes, i per això, la tècnica individual és encara difícil d'optimitzar i modelitzar (posicions segmentàries i angulars abans d'enlairar les càrregues de terra, coordinacions musculars i articulars durant la flexió i l'extensió dels genolls en el moment del pas de la barra, velocitats d'execució i trajectòria del pes, i per acabar, recepció equilibrada sota la càrrega, mantinguda amb els braços estesos).

En la pràctica, els halterofilistes i els entrenadors reajusten molt sovint la tècnica mitjançant el coneixement i la manipulació d'indicadors mecànics o biomecànics empírics i generals (suports, posicions, percepció de les trajectòries de la barra, velocitats d'execució). Però la rapidesa del moviment fa difícil l'apreciació, la comparació i l'anàlisi. Les comparacions objectives de les variacions dels factors cinemàtics i dinàmics entre els halterofilistes, són incertes sense l'ajuda d'instruments de mesura adaptats (Campillo *et al.*, 1997).

L'estudi defineix diverses fases (figura 1) en el primer moviment olímpic: l'arrencada. Els valors dinàmics mesurats amb la plataforma de forces, així com els valors cinemàtics calculats mitjançant els instruments de video, determinen aquestes fases i particularment en l'estirada. Els diferents moments de l'estirada d'arrencada són descrits i analitzats amb la finalitat de localitzar factors biomecànics que faciliten la comprensió de la tècnica i milloren les marques. Punts crítics (un *punt crític és un màxim o un mínim local; el punt (a) d'una funció diferenciada f(x) és crític si la derivada de f (a) és nul·la*) sobre les corbes de temps, de força i de velocitat, estructuren les observacions i l'elaboració de factors tècnics, per optimitzar el moviment.

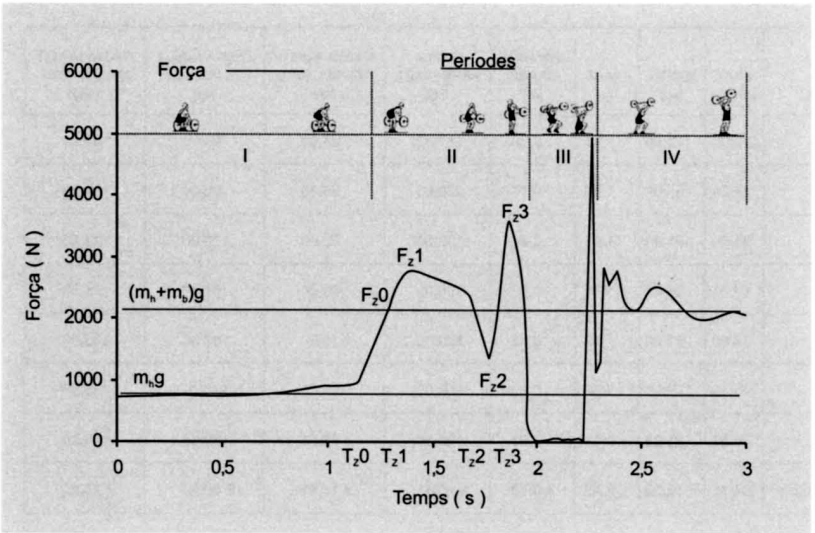


Figura 1. Corba de força dels sistema halterofilista-barra durant una arrancada per a un sol atleta. Les diferents fases de l'arrancada : (I) Període inicial (II) Estirada (III) Pas al dessota de la barra, (IV) estabilització i redreçament. (m_h: massa de l'halterofilista; m_b: massa de la barra, g = 9,81 m·s-2; (T_z0, F_z0) arrencada de la barra del terra, V igual a 0 (T_z1, F_z1) primer punt de l'estirada anterior a l'extensió dels genolls (T_z3, F_z3) màxim de força durant l'estrabada de la barra a nivell de les cretes ilíaques.

Per analitzar la tècnica de la fase de l'estirada en l'arrencada s'han examinat les variacions de la component de les forces verticals del sistema halterofilista-barra i la velocitat ascensional de la barra. L'anàlisi de les corbes de força (figura 1), associada a la descripció del moviment, defineix les tècniques específiques dels halterofilistes. Aquests gràfics haurien de facilitar l'elaboració de models teòrics i pràctics segons les diferències morfològiques i fisiològiques, com ja ho han fet alguns per estudiar el moviment: córrer, caminar, saltar, etc. (Jaworek, 1992 i 1993).

Materials i mètodes

Subjectes

Sis halterofilistes de nivell internacional han participat en l'estudi. Aquests halterofilistes pertanyen a les categories de pes: 59, 64, 76, 83, 99 i 108 kg. Els esmentats atletes s'entrenen quatre hores al dia, sis o set vegades a la setmana, des de fa més de cinc anys. Les ca-

SUBJECTES (ÍNDEX MARCA)	EDAT (ANYS)	MASSA (kg)	TALLA (m)	LONGITUD CAMES (m)	MARCA ARRENCADA (kg)	PROVA NÚM. 1 70% DEL MÀX. (kg)	PROVA NÚM. 2 80% DEL MÀX. (kg)	PROVA NÚM. 3 90% DEL MÀX. (kg)
Aub (1,65)	29,00	72,60	1,71	0,80	120,00	85,00	95,00	107,50
Bal (1,90)	23,00	63,00	1,66	0,77	120,00	85,00	95,00	107,50
Del (1,36)	29,00	101,40	1,81	0,87	137,50	95,00	110,00	122,50
Ped (1,47)	17,00	58,00	1,68	0,82	85,00	60,00	67,50	75,00
Rac (1,98)	25,00	83,20	1,76	0,83	165,00	115,00	132,50	150,00
Wad (1,62)	23,00	109,20	1,78	0,87	150,00	105,00	120,00	135,00
Mitjana	**24,33**	**81,23**	**1,73**	**0,83**	**129,58**	**90,83**	**103,33**	**116,25**
Desviació estàndard	**± 4,11**	**± 18,88**	**± 0,05**	**± 0,04**	**± 25,51**	**± 17,42**	**± 20,80**	**± 23,75**

Quadre 1. Característiques dels halteròfils. (Índex de marca corresponent a la marca màxima en l'arrencada, dividida pel pes).

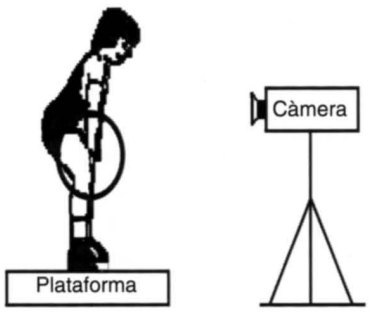


Figura 2. Dispositiu experimental.

racterístiques antropomètriques, les marques en l'arrencada així com les càrregues utilitzades en les tres proves, són recollides en el quadre 1. Els subjectes (edats compreses entre 24 ± 4,5 anys, massa corporal 81,2 ± 20,6 kg, fan marques conforme a les seves categories de pes (índex marca màxima = marca màxima en l'arrancada/massa del subjecte). Tots els halterofilistes han acceptat participar voluntàriament en l'experimentació.

Procediment

Els sis halterofilistes fan tres proves en l'arrencada, al 70%, 80% i 90% respectivament de la seva marca màxima en aquest moviment. Cada atleta disposa de 45 segons de preparació (concentració i posició) abans de gravar la seva marca. Durant les proves, la gravació comença quan el subjecte està encara fora de la plataforma. Hi puja, s'hi col·loca i després agafa la barra que enlaira i executa el moviment específic (figura 2). La plataforma recull l'evolució de les forces del sistema indissociable halterofilista-barra. Una càmera de video (S.VHS 625 Panasonic) situada al davant i en perpendicular, grava les arrencades per analitzar les característiques cinemàtiques de la barra.

Material

Hem utilitzat una plataforma amb una dimensió de 0,55 x 0,55 m que resisteix esforços verticals de 8.000 N. La plataforma està connectada a un sistema informàtic portàtil (P.C. Toshiba T3200) provist d'una fitxa de conversió analògico/numèrica. Un programa, propietat de l'INSERM, recull i tracta les forces que actuen sobre la plataforma, segons l'eix vertical (F_z). La freqüència de les mostres és de 50 hertzs. Una taula de mescles (mesclador àudio/video numèric Wj-AVE Panasonic) vetlla pel sincronisme entre les imatges de video de la càmera (50 imatges per segon) i les dades convertides de la plataforma (Coconut 1076). Les imatges han estat preses amb un aparell de video (NV-FS 100F Panasonic). Les imatges de video han estat estudiades amb l'ajuda d'un video-timer (VTG-33), un sistema d'adquisició (Screen Machine) i d'anàlisi de video (Programa Videotrack) que permet retallar cronològicament les diferents fases de l'arrencada. L'associació de les dades de la plataforma de forces i de les imatges de video, determina l'anàlisi espai-temporal i dinàmic del moviment.

Càlculs i expressió dels resultats

Corbes de força

La quantitat del moviment d'un sistema és el producte de la seva massa m per la velocitat del seu centre d'inèrcia V_g ($p = m \cdot V_g$) i la variació de p sobre el temps és igual, en cada moment, a la suma de les forces F que se li apliquen. Aquesta suma és proporcional a l'acceleració a_g.

$$\sum F = \frac{dp}{dt} = m \cdot a_g \qquad (1)$$

El sistema halterofilista-barra està format per un halterofilista amb un pes ($m_h \cdot g$) i per una barra amb un pes ($m_b \cdot g$), d'on:

$$\vec{F} = m_h \cdot \vec{a}_h + m_b \cdot \vec{a}_b + (m_h + m_b) \cdot \vec{g} \qquad (2)$$

Del que hem deduït:

$$\vec{F} - (m_h + m_b) \cdot \vec{g} = m_h \cdot \vec{a}_h + m_b \cdot \vec{a}_b \qquad (3)$$

En una primera aproximació a l'eix vertical (component vertical) només dues forces exteriors s'apliquen: el pes $(m_h + m_b) \cdot g$ del sistema halterofilista-barra i la reacció F_z del terra, orientada cap amunt. Tenim, doncs:

$$F_z - (m_h + m_b) \cdot g = m_h \cdot a_{zh} + m_b \cdot a_{zb} \quad (4)$$

La plataforma de forces ens proporciona

$$F_z = (m_h + m_b) \cdot a_{zhb} + (m_h + m_b) \cdot g \quad (5)$$

Per a cada una de les proves dels sis halterofilistes, s'obtenen els traçats de les tres corbes (proves al 70%, 80% 90%) sobre un mateix gràfic, amb la finalitat de facilitar les comparacions entre aquestes proves. Sobre les corbes apareixen punts característics que permeten organitzar les nostres observacions i analitzar els diferents moments de l'estirada (figura 1). En efecte, els punts de temps (T_z0, T_z1, T_z2, T_z3) i de força (F_z1, F_z2, F_z3), determinats sobre el sistema halterofilista-barra per la plataforma de forces, han permès establir variables en termes de diferències i de relació (quadre 2). Les seves evolucions han estat estudiades al llarg de les tres proves amb càrrega creixent per a cada un dels subjectes i segons les característiques cinemàtiques de la barra (V màx., V mit., A màx., DV màx.) facilitades pels aparells de video (quadre 3).

Anàlisis estadístiques

S'han calculat les mitjanes i les desviacions estàndard (±) de totes les variables. En aquest pla experimental (tipus S6*T3) en el qual un grup aparellat i limitat de 6 subjectes (S6) han dut a terme una mateixa tasca, amb percentatges de càrregues creixents (T3), hem utilitzat tests no paramètrics. S'ha plantejat la hipòtesi H0 (sense diferències significatives entre els diferents percentatges 70%, 80% i 90%) per al conjunt de les variables i s'ha utilitzat el test de rang de Wilcoxon (*z, p*) per a sèries aparellades. Una matriu de correlació d'Sperman associada a una matriu de probabilitat, és duta a terme amb la finalitat d'esbrinar els graus de connexió entre les variables amb diferències significatives (*r, p*) en cada prova.

Resultats

Les transformacions de la tècnica de l'estirada d'arrencada, segons l'augment del percentatge de càrrega, són analitzades a través dels diferents punts crítics.
En efecte, per al conjunt de les corbes de força (figura 3) apareixen tres punts crítics (Zones respectives F_z1, F_z2, F_z3) localitzats en el temps (quadre 2).

Cinemàtica del sistema halterofilista-barra

Sobre les variables de temps, el test de Wilcoxon posa de manifest diferències significatives entre el 70% i el 90% de la marca màxima, per als tres punts: T_z1 ($z = -2,23$, $P < 0,05$), T_z2 ($z = -2,21$, $P < 0,05$), T_z3 ($z = -2,03$, $P < 0,05$). Efectivament, pel que fa al punt T_z0 i en funció de l'augment de la càrrega, aquests punts estan presents en el transcurs del

VARIABLES	PROVA 70% MÀX.	PROVA 80% MÀX	PROVA 90% MÀX
F_z1/F_z0	1,65 ± 0,10	1,60 ± 0,06	1,54 ± 0,08
F_z2/F_z0	0,92 ± 0,09	0,86 ± 0,14	0,91 ± 0,08
F_z3/F_z0	1,91 ± 0,20	1,92 ± 0,23	1,85 ± 0,12
F_z1/F_z2	1,81 ± 0,22	1,88 ± 0,23	1,72 ± 0,18
F_z3/F_z2	2,10 ± 0,31	2,27 ± 0,39	2,06 ± 0,25
F_z3/F_z1	1,16 ± 0,16	1,20 ± 0,13	1,20 ± 0,06
T_z1-T_z0 (s)	0,30 ± 0,13	0,29 ± 0,14	0,24 ± 0,11
T_z2-T_z0 (s)	0,65 ± 0,18	0,64 ± 0,15	0,64 ± 0,12
T_z3-T_z0 (s)	0,76 ± 0,18	0,77 ± 0,16	0,75 ± 0,14
T_z2-T_z1 (s)	0,34 ± 0,07	0,35 ± 0,04	0,39 ± 0,02
T_z3-T_z2 (s)	0,12 ± 0,02	0,13 ± 0,03	0,12 ± 0,03
T_z3-T_z1 (s)	0,46 ± 0,07	0,48 ± 0,04	0,51 ± 0,04

Quadre 2. Característiques cinemàtiques i dinàmiques del sistema halteròfil-barra per a les tres proves. Mitjana ± desviació estàndard (dels sis halteròfils) relacions de força i diferències de temps (per segon) per als punts de força y (en Newton) F_z0, F_z1, F_z2 i F_z3.

VARIABLES	PROVA 70% MAX.	PROVA 80% MAX.	PROVA 90% MAX.
A màx. (m)	1,45 ± 0,04	1,39 ± 0,09	1,32 ± 0,12
A màx./Talla	0,83 ± 0,07	0,80 ± 0,09	0,76 ± 0,05
A màx./LP	1,75 ± 0,09	1,68 ± 0,05	1,59 ± 0,11
V mit. ($m \cdot s^{-1}$)	1,08 ± 0,06	1,04 ± 0,08	0,98 ± 0,11
V màx. ($m \cdot s^{-1}$)	2,52 ± 0,21	2,27 ± 0,24	2,17 ± 0,24
Durada de l'estirada (s)	0,91 ± 0,09	0,93 ± 0,08	0,93 ± 0,08
D V màx. (s)	0,66 ± 0,08	0,69 ± 0,10	0,67 ± 0,09

Quadre 3. Característiques cinemàtiques de la barra. Durada (durada total de l'estirada, en segons), D V màx. (període de temps necessari perquè la barra assoleixi la velocitat màxima, en segons), A màx. (alçada màxima de la barra, en m), LP (longitud de les cames de l'halteròfil, en m), talla (en m), V mit. (velocitat mitjana de la barra, en $m \cdot s^{-1}$), V màx. (velocitat màxima, en $m \cdot s^{-1}$)

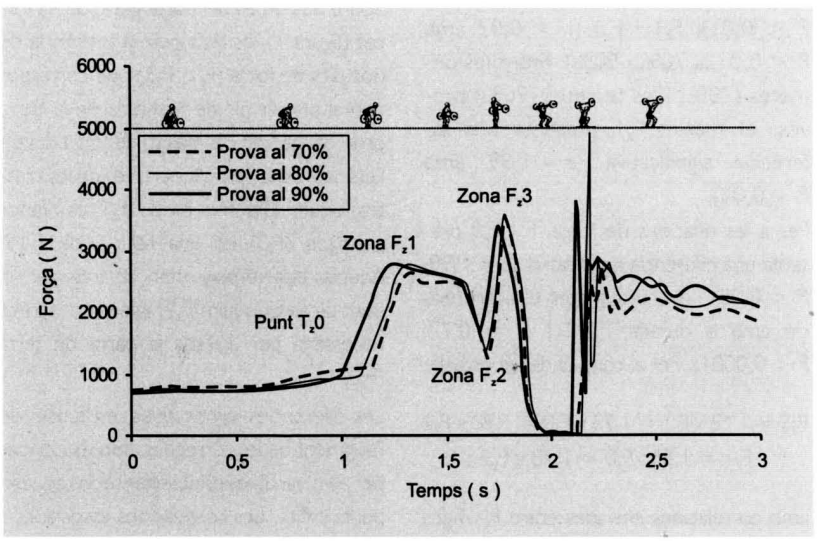


Figura 3. Les corbes de força de l'halterofilista Aub (1,65) per a les tres proves (Zona F_z1, Zona F_z2, Zona F_z3). Les corbes tenen com a punt comú i de contrast, el moment de l'enlairement T_z0 que permet d'apreciar les transformacions de la resultatnt de la força vertical F_z.

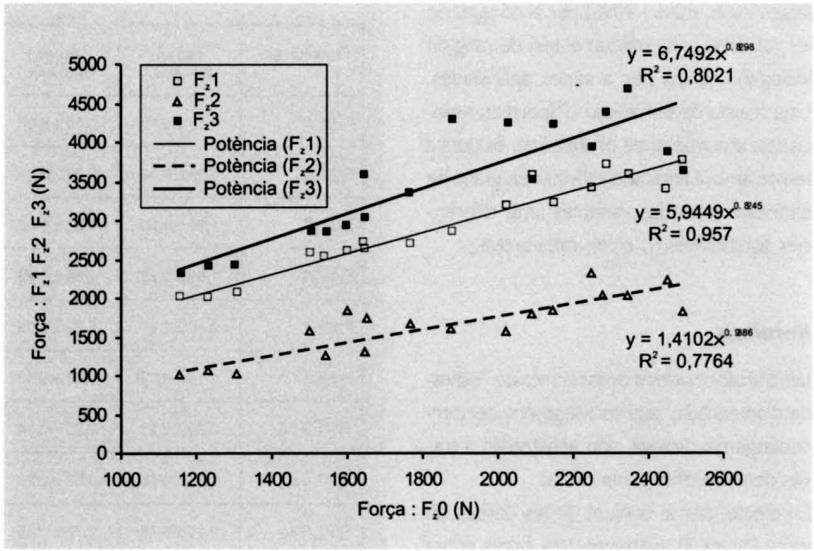


Figura 4. Corbes de tendència entre els punts F_z1, F_z2, F_z3, segons els valors creixents de F_z0.

moviment, sense que la durada total de l'estirada sigui significativament diferent (quadre 3). Per al conjunt de les proves, la durada total de l'estirada és igual, per terme mitjà, a 0,91 s i des de l'enlairament (T_z0) els diferents punts crítics (F_z1, F_z2, F_z3) es localitzen respectivament en T_z1 = 0,35 s, T_z2 =. 0,73 s i T_z3 = 0,84 s.

La matriu d'Spearman mostra, excepte relacions ($r > 0,7$, $P < 0,0001$) evidents entre aquests punts (F_z1, F_z2, F_z3), correlacions entre l'aparició del primer pic de força F_z1 del sistema halterofilista-barra i la cinemàtica de la barra. En particular, la correlació entre F_z1 i D V màx. on r = 0,81 ($P < 0,05$ al 70% del màx., r = 0,83 ($P < 0,05$) al 80% i r = 0,83 ($P < 0,01$) al 90% del màx.

Pel que fa a les durades, l'única diferència significativa s'ha localitzat en T_z3-T_z1 (z = 2,02, $P < 0,05$) Aquesta variable està en correlació positiva amb les variables D V màx. ($r > 0,71$, $P < 0,01$ al 70% i 80%) i negativa amb F_z0 ($r > -0,84$, $P < 0,01$). Amb l'augment de la càrrega, el primer pic d'estirada és assolit més ràpidament, les mitjanes de les durades revelen una regressió de T_z1-T_z0 així com els augments de T_z3-T_z1 i de T_z2-T_z1. A més a més, les desviacions estàndard de les variables dels diferents períodes de temps es redueixen i la tècnica de l'estirada tendeix a uniformar-se en els atletes.

Dinàmica del sistema halteròfil-barra

Amb un augment del 20% de la càrrega, els diferents punts crítics de les forces estudiades (F_z1, F_z2, F_z3) augmenten en intensitat segons les corbes del tipus (ax^b) (figura 4). Així mateix, les correlacions són importants entre F_z1 i F_z2 ($r > 0,88$, $P < 0,01$), F_z1 i F_z3 ($r > 0,93$ amb $P < 0,01$ al 70% i 90%). Entre les primeres (70%) i les terceres (90%) proves, el màxim F_z1 presenta una diferència significativa (z = 1,99 amb $P < 0,05$).

Per a les relacions de força, F_z1/F_z0 presenta una diferència significativa (z = 1,99, $P < 0,05$) i el seu augment està en relació amb la durada T_z3-T_z1 (r = 0,77; $P < 0,0001$). Per al conjunt de les proves:

$$F_z3 = 1,12 \times F_z1 = 1,73 \times F_z0 = 1,98 \times F_z2$$
$$F_z1 = 1,55 \times F_z0 = 1,78 \times F_z2$$

amb correlacions elevades entre F_z1/F_z2 i F_z3/F_z2 (r = 0,94, $P < 0,05$) i entre F_z3/F_z1 i F_z3/F_z0 (r = 0,94, $P < 0,05$) principalment per a les proves al 90%.

Cinemàtica de la barra

Les diferències són significatives entre les proves al 70%-90% i al 70%-80% però no al 80%-90% per a les variables de l'altura (A màx., A/T i A/LP) i de la velocitat (V màx. i V mit.). L'índex de rang de Wilcoxon entre 70-90% disminueix per al conjunt de les variables, principalment A màx. (z = –2,02, $P < 0,05$) i V màx. (z = –1,78, $P < 0,05$). Les mitjanes de les variables (A màx., A/T, A/LP, V màx. i V mit.) disminueixen amb l'augment del pes de la barra, mentre que la durada total de l'estirada i el factor D V màx. són constants. Les correlacions entre aquestes dades cinemàtiques són elevades, tant entre A/T i V màx. ($r > 0,98$, $P < 0,001$ per a les tres proves) com entre A/LP i V mit. ($r > 0,66$ amb probabilitats de $P < 0,05$ al 70% fins $P < 0,001$ al 90%).

Discussió

L'halterofilista està exposat a una alternança de pèrdua i de recuperació d'equilibri al llarg de l'enlairament i de l'elevació de la barra del terra, però també a variacions de despesa i acumulació d'energia. Sobre les corbes de força en funció del temps, punts característics (F_z1 fins a F_z3) són definits cronològicament (quadre 2) i posats en relació amb les diferents posicions de l'halterofilista en el moment de l'estirada (figures 1 i 3). Sobre les corbes del traçat gràfic de les forces (figura 1), es distingeix la presència de dos pics de força (F_z1, F_z3) que corresponen al primer pic de l'estirada de la barra prop del genolls i al màxim de força durant l'estirada de la barra fins el nivell de les crestes ilíaques. El primer pic de (F_z1) és inferior al segon (F_z3) en una relació de 1,19. Aquests dos vèrtexs estan separats per un punt de força mínim F_z2, inferior a la força necessària per aixecar la barra de terra (F_z0).

Les diferències significatives, en funció de l'augment de les càrregues, són estudiades per a les variables establertes sobre aquests punts crítics. Les correlacions associades a aquestes variables organitzen l'anàlisi de les modificacions de la tècnica. El mínim F_z2 revela una disminució de força pel que fa al

pic F_z1, i F_z3 està en relació amb l'eficàcia tècnica de l'hetorofilista (Campillo *et al.*, 1997*c*). Aquest punt és sinònim d'una pèrdua energètica a causa de la transferència de suports de força entre grups musculars diferents i a les coordinacions matrius, sobretot en el pas dels genolls (Enoka, 1983; Lee *et al.* 1995). Per ser eficaç en l'estirada, l'halterofilista ha d'associar a les sinèrgies musculars i articulars, principis ergonòmics de base. En particular, per perdre un mínim d'energia mecànica, el desplaçament del centre d'inèrcia de la barra ha de seguir al més a prop possible el centre de gravetat de l'atleta, permetent-li reduir les palanques. La qual cosa vol dir que per a una mateixa massa, tenint present el nivell tècnic i la distància de la càrrega pel que fa al cos de l'halterofilista, la barra pot presentar palanques diferents. Efectivament, les diferències d'intensitat de força entre els pics F_z1 i F_z2, així com les existents entre F_z2 i F_z3, mostren les qualitats de l'ajustament tècnic dels halterofilistes en el moment del pas de la barra a nivell dels genolls (moviment de flexió, extensió). Els resultats presenten diferències significatives per als valors de força F_z1, i de temps T_z1, T_z2, T_z3. Per al conjunt de les dades, la tendència en funció de T_z1 és lineal entre els valors de temps mentre que el perfil de les forces, segons els valors de F_z0, té una tendència de tipus potència (figura 4).

L'anàlisi de les diferències entre les proves al 70% màx. i 90% màx., demostra principalment una diferència significativa per a les variables T_z3-T_z1 i F_z1/F_z0. Amb l'augment de la càrrega, la durada entre els dos pics de força augmenta progressivament. Mentre la durada T_z1-T_z0 disminueix, les altres durades i en concret T_z2-T_z0, T_z3-T_z0 i T_z3-T_z2, són constants (quadre 2). El punt F_z1 és assolit més ràpidament amb una relació F_z1/F_z0 menor. Al 90% hi ha una millor gestió de l'esforç, atès que la tendència de les diferents relacions de força està en descens. Podem dir que la posada en acció per assolir el primer pic és més ràpida. L'augment de la càrrega tradueix una tendència a la disminució de les relacions (F_z1/F_z2 i F_z3/F_z2 amb un augment de F_z3/F_z1. L'optimització de l'estirada està en funció de la reducció de la distància entre F_z1 i F_z2 que correspon a una pèrdua d'energia a causa dels ajustaments tècnics. Per a un halterofilista determinat, les oscil·lacions entre F_z1 i F_z2 posen de manifest encadenaments tècnics (coordinació motriu) mal fets, que cal optimitzar (Campillo *et al.*, 1997*b*).

L'eficàcia de l'estirada pot estudiar-se amb l'ajuda de les dades cinemàtiques de la barra, les trajectòries i les velocitats màximes, principalment (Garhammer, 1985; Baumann *et al.*, 1988, Isaka *et al.* 1996). Les regressions de les altures i de les velocitats màximes de les barres durant l'estirada, revelen l'augment de la massa de les càrregues. Des d'un pla individual, els percentatges de disminució d'aquestes variables, constitueixen punts de referència per apreciar el domini de la tècnica en funció de càrregues cada vegada més pesades. Així, doncs, és possible localitzar punts de ruptura tècnica amb la finalitat d'organitzar més rigorosament l'entrenament. Aquests punts de ruptura poden situar-se sobre les variables d'altura (A. màx., A/T i A/LP) o de velocitat (Vmàx. i V. mit.) Aquestes variables estan en estreta relació entre elles i les dades obtingudes del sistema halterofilista-barra (F_z1/F_z0, T_z3-T_z1 i T_z2-T_z1); seria convenient ajustar aquests resultats per optimitzar la marca.

Aquestes informacions representen paràmetres de comparació originals per ajustar la tècnica. La qualitat tècnica de les estirades de cada halterofilista pot apreciar-se mitjançant la comparació de les corbes dinàmiques i de les trajectòries de la barra. Per enriquir aquest estudi i en concret els models biomecànics dels aixecaments (Burdett, 1982; Grieve, 1977), seria interessant associar a les anàlisis, tot sovint mecàniques, interpretacions fisiològiques amb l'ajuda d'electromiografies (Enoka, 1988; Lee *et al.*, 1995) Sembla oportú utilitzar-les per descriure i analitzar les estirades dels millors halterofilistes mundials, amb la finalitat d'obtenir invariants tècniques. A més a més, aquests tipus de mesura, realitzada a partir d'una població més nombrosa i repertoriada per categories de pes (amb càrregues al màxim), hauria de perfeccionar aquesta aproximació.

Per acabar, podríem dir que l'anàlisi de l'estirada a partir del registre de forces verticals sobre plataforma de forces, és un indicador tècnic privilegiat. La recollida de les variables i de les constants tècniques, a partir de programes d'anàlisi d'imatges de video, hauria de desembocar en altres perspectives i més concretament en el camp de l'optimització de la coordinació motriu.

Conclusió

Aquest estudi biomecànic d'halterofilistes de nivell internacional permet, mitjançant la sincronització d'imatges de video i de valors dinàmics i cinemàtic, comparar les marques. La comprovació de l'existència de tres punts crítics sobre les corbes de força en l'execució de l'estirada, revela la tendència sobre les variables calculades i la possibilitat de modelització (Brenière *et al.* 1981, Brenière, 1992). Quan la finalitat de cada halterofilista és idèntica, és a dir, aplicar a la barra una força amb la finalitat de comunicar-li una major velocitat vertical, per així col·locar-s'hi a sota, s'ha observat que nombroses variables evolucionen. Cal apuntar principalment, la influència del punt crític (T_z1, F_z1) sobre els altres punts i per tant sobre el resultat de l'estirada. Quan els halterofilistes s'acosten a les seves màximes, tot conservant els mateixos patrons cinemàtics i dinàmics, la relació de força F_z1/F_z0, la mesura T_z3-T_z1 i les variables d'alçada i velocitat, evolucionen. Els nombrosos paràmetres que intervenen en l'estirada d'arrancada mostren la complexitat d'aquest moviment i la dificultat de fer-lo model, tenint en compte les sinèrgies biomecàniques i els factors antropomètrics i fisiològics.

Agraïments

El nostre especial agraïment al president Bernard Soto, a l'entrenador Bernard García i als atletes del club d'halterofília de Clermont l'Hérault (Campió de França el 1995 i el 1997) que ens ha permès de realitzar aquest experiment.

Bibliografia

BAUMANN, W.; GROSS, V.; QUADE, K, GALBIERZ, P; SCHWIRTZ, A. (1988), "The snatch technique of world class weightlifters at the 1985 World Championships", *International Journal of Sport Biomechanics*, 4. pp. 68-69.

BRENIÈRE, Y. (1992), "La biomécanique du geste sportif", *Recherche*, 254, pp. 888-981.

BRENIÈRE, Y.; DO, M.; GATTI, L.; BOUISSET, S. (1981), "A dynamic analysis of the squat snatch". *In Morecki A, Fidelus K, Kedzior K, Wit A, eds. Biomechanics Vol. VII-B University Park Press, Baltimore*. pp. 293-299.

BROWN, E.; ABANI, K. (1985), "Kinematics and kinetics of the dead lift in adolescent power lifters", *Medicine and Science in Sports and Exercice*, 17, pp. 554-562

BURDETT, R. (1982), "Biomechanics of the snatch technique of highly skilled and skilled weightlifters", *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53, pp. 193-197.

CAMPILLO, P.; CHOLLET, D.; MICALLEF, J.P. (1997b), "Evolutions des variables cinématiques et dynamiques lors du tirage à l'arraché en haltérophilie", *Cinésiologie*, 176, pp. 197-202.

– (1996), "Force-Velocity Relationships in weightlifting during the snatch pull". *First Annual Congress Frontiers in Sport Science. The European Perspective*, Niza, 28-31 Mayo.

– (1997c), "Evolution of the kinematic and dynamic variables during the snatch pull in weightlifting". *IVe International Olympic Committee world Congress on Sport Sciences*, Mónaco, 22-25 octubre.

– (1997a), "Las diferentes fases del tirón de arranque en halterofilia", *(RED) Revista de Entrenamiento Deportivo*, 2, pp. 5-10.

ENOKA, R. M. (1979), "The pull in olympic weightlifting", *Medicine and Science in Sports, 11*, pp. 131-137.

– (1983), "Muscular control of learned movement: the speed control system hypothesis", *Experimental Brain Research*, 51, pp. 135-145.

– (1988), "Load and skill-related changes in segmental contributions to a weightlifting movement", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, pp. 178-187.

GARHAMMER, J. (1980), "Power production by olympic weightlifters", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12, pp. 54-60.

– (1982), "Energy flow during Olympic weight lifting", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, pp. 353-360.

– (1985), "Biomechanical profiles of olympic weightlifters", *International Journal of Sport Biomechanics*, 1, pp. 122-130.

– (1991), "A comparison of maximal power outputs between elite male and female weightlifters in competition", *International Journal of Sport Biomechanics*, 7, pp. 3-11.

GARHAMMER, J.; WHITING, W. C. (1989), "Comparison of three data smoothing techniques for determining weightlifting kinematics", *Scandinavian Journal of sports sciences*, 11, pp. 97-104.

GONZÁLEZ BADILLO, J. J. (1991), *Halterofilia*. Comité Olímpico Español i Federación Española de Halterofilia, Espanya.

GRIEVE, D. W. (1977) "The dynamics of lifting", *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 5, pp. 157-179.

ISAKA, T.; OKADA, J.; FUNATO, K. (1996), "Kinematic analysis of the barbell during the snatch movement of elite asian weight lifters", *Journal of Applied Biomechanics*, 12, pp. 508-516.

JAWOREK, K. (1992), "Methods of evaluation of the power developed in a man's leg during normal walking". Dins *Proceedings of 9th CISM-IFTOMM Symp. on Theory and Practice of Robots and Manipulators*. Warsaw University of Technology, Warsaw, Polònia.

JAWOREK, K. (1993), "A simplified assessment's method of human gait". Dins *Proceedings of 2rd Polish–Italian seminar*. Warsaw University of Technology, Warsaw, Polònia.

LEE, Y. H.; HUWANG, C. Y.; TSUANG, Y. H. (1995), "Biomechanical charasteristics of preactivation and pulling phases of snatch lift", *Journal of Applied Biomechanics*, 11, pp. 288-298.

*Consum d'oxigen estimat i despesa energètica en competicions d'esgrima**

Xavier Iglesias
Ferran A. Rodríguez
INEFC Barcelona
Departament de Ciències Biomèdiques

Paraules clau

esgrima, consum d'oxigen, despesa energètica, fisiologia, valoració funcional, competició

Abstract

Here we present an estimation of the oxygen uptake and the energy demands during fencing competitions. It was found that during different competitive assaults, the mean estimated oxygen uptake was lower for female ($\bar{x}$=39.6 mL·kg^{-1}·min^{-1}) than for male fencers ($\bar{x}$=53.9 mL·kg^{-1}·min^{-1}). The average intensity was found to be between 56% and 74% of $\dot{V}O_{2max}$, with maximal values between 75% and 99% of $\dot{V}O_{2max}$. These results confirm the relevance of the aerobic demands in fencing. The energy requirements during an international competition were found to be larger as compared to those measured during a regional tournament, as well as in several training situations. The estimated energy power rat along international and regional fencing competitions averaged 15.4 kcal·min^{-1} (64.5 kJ·min^{-1}), and 12.3 kcal·min^{-1} (51.6 kJ·min^{-1}), respectively. No significant differences were observed among fencers of the same gender taking into account the weapon used. From the analysis during competition, we emphasise the individual variability of the physiological response, influenced by different factors such as the individual cardiovascular adaptation, relevance of the competition, round studied, opponent's level, competitive dynamics, weapons, and competitor's gender.

Resum

Es realitza una estimació del consum d'oxigen i una anàlisi de les demandes energètiques de l'esgrima en competició. En assalts de competició, el consum d'oxigen estimat en dones ($\bar{x}$ = 39,6 mL·kg^{-1}·min^{-1}) és inferior al dels homes ($\bar{x}$ = 53,9 mL·kg^{-1}·min^{-1}). La intensitat individual mitjana es troba entre el 56 % i el 74 % del $\dot{V}O_{2max}$, amb màxims entre el 75 % i el 99 % del $\dot{V}O_{2max}$, el que confirma la rellevància dels requeriments aeròbics en l'esgrima. Les demandes energètiques en la competició internacional són superiors a les registrades en una competició autonòmica i al de diferents situacions d'entrenament. La potència energètica mitjana estimada al llarg de competicions de nivell internacional i autonòmic és, respectivament, de 15,4 kcal·min^{-1} (64,5 kJ·min^{-1}) i 12,3 kcal·min^{-1} (51,6 kJ·min^{-1}). Entre tiradors del mateix gènere no s'aprecien diferències significatives en funció de l'arma. De l'anàlisi en competició destaca la variabilitat de la resposta funcional dels esgrimidors atesa la influència de factors com l'adaptació cardiocirculatòria individual, importància de la competició, eliminatòria registrada, nivell del rival, dinàmica competitiva, arma i gènere.

Introducció

L'entrenament esportiu es basa en l'aplicació de sistemes de treball que incideixin positivament en la millora dels diferents factors de rendiment. Cada esport presenta trets diferencials en la seva estructura competitiva així com en les característiques determinants per assolir l'alt nivell. Per això les tendències actuals basen en l'especificitat del treball gran part del volum d'entrenament. La identificació dels principals factors que incideixen en el rendiment dels esportistes en cada modalitat és el primer pas per dissenyar una estratègia d'entrenament específic que millori l'efectivitat del treball desenvolupat per un esportista. Un dels principals elements que ens condicionarà la programació dels entrenaments és el coneixement de la resposta funcional de l'esgrimidor en competició, és a dir, la determinació quantitativa de la càrrega interna a que l'esportista és sotmès per la realització de l'activitat concreta de l'esgrima. En un treball anterior (Iglesias i Rodríguez 1995) es van

* Treball realitzat amb ajuts a la recerca concedits per la Secretaria General de l'Esport, Generalitat de Catalunya (1991) i l'INEFC de Barcelona (1994, 1997).

valorar les modificacions de la freqüència cardíaca (FC) en competició i es van quantificar els nivells de lactatèmia en les diferents fases de les proves. Analitzar el consum d'oxigen en situacions competitives i d'entrenament i realitzar una estimació de la despesa energètica produïda per l'esgrima, són els principals elements d'aquest estudi.

Objectius

Els objectius del treball han estat els següents:

1. Estimar el consum d'oxigen dels esgrimidors d'ambdós gèneres i diferents modalitats en situacions reals de competició;
2. Analitzar la despesa energètica estimada dels esgrimidors durant els assalts;
3. Millorar el coneixement de la resposta funcional dels tiradors en competició.

Material i mètode

Freqüència cardíaca

Es va registrar de forma contínua la FC en dues competicions oficials mitjançant l'ús de cardiotacòmetres Sport-Tester Polar 4000. Els detalls del disseny de la recerca i de la metodologia utilitzada poden ser consultats en diferents treballs previs dels autors (Iglesias i Rodríguez 1991a, 1991b, 1995).

Lactatèmia

Es valorà la lactatèmia en una competició internacional d'un total de 13 subjectes, 6 dones i 7 homes. En l'anàlisi fotoenzimàtica de lactat en sang capil·lar s'utilitzà un fotòmetre 4020 Hitachi amb un filtre de longitud d'ona 340 nm (Boehringer Mannheim, RFA), i el kit reactiu Test Combination Lactat per Medicina Esportiva (Boehringer Mannheim, RFA), àcid perclòric 0'33 N (Boehringer Mannheim, RFA), amb tampó NAD, GPT i LDH amb control Precinorm 2,80 (2,35-3,25) (Boehringer Mannheim, RFA). Les mostres de 20 µl de sang capil·lar del lòbul de l'orella van ser desproteïnitzades amb 200 µl d'àcid perclòric 0'33 N (Boehringer Mannheim, RFA). El mètode utilitzat, així com la seva validesa, fiabilitat, precisió i exactitud han estat prèviament definits i establerts per Rodríguez i col. (1992).

Es van valorar un total de 66 assalts –el darrer de cada eliminatòria de cadascun dels subjectes– obtenint-se entre 1 i 8 registres per subjecte, segons el moment en que van ser eliminats. Quan un esportista finalitzava l'assalt se l'acompanyava a la taula de treball i es realitzaven les dues extraccions, al minut i als tres minuts, de la fi de l'assalt. Uns fulls de control ens feien servei per identificar els codis de les lactatèmies amb el subjecte, eliminatòria i minut analitzats (Iglesias i Rodríguez 1995).

Consum d'oxigen

Competició internacional

Un total de tretze subjectes (n = 13) van participar en l'estimació del consum d'oxigen en competició internacional. La mitjana d'edat en les dones era de 27 (de = 5) anys, mentre que en els homes era de 26 (de = 5) anys. En primer lloc se'ls va realitzar una prova d'esforç màxima i progressiva sobre cinta rodant (Woodway, RFA), amb un analitzador de gasos CPX II (Medical Graphics, EUA), amb l'objectiu de mesurar els seus paràmetres ventilatoris i la relació individual entre FC i $\dot{V}O_2$. Es van aparellar els registres de FC i de consum d'oxigen, segons els valors en els punts de velocitat de 6, 8, 10, 12, 14, 16 i 18 $km \cdot h^{-1}$ (més o menys punts segons la durada de la prova de cada subjecte) i es va realitzar el càlcul de la regressió lineal, obtenint l'equació individual de cada subjecte: $\dot{V}O_2 = a + b(FC)$. En un espai de temps màxim de set dies els subjectes van participar en el torneig internacional. Es va registrar la FC dels 13 subjectes i es va procedir a la gestió informatitzada dels valors, diferenciant-se en el procés final els temps de competició reals i els registres en cadascun dels assalts.

Per a l'estimació es van considerar dues valoracions: la dels assalts ($\dot{V}O_2^{ass}$), és a dir, la del temps real en combat, i la global de la competició ($\dot{V}O_2^{comp}$), incloses les fases d'escalfament, assalts i repòs.

El càlcul del $\dot{V}O_2$ en els assalts i en competició es realitzà d'acord a les següents funcions:

$$\dot{V}O_2^{ass} = a + b(FC)$$

$$\dot{V}O_2^{comp} = a + b(FC)$$

on:

- $\dot{V}O_2^{ass}$ = consum d'oxigen estimat durant els assalts.
- $\dot{V}O_2^{comp}$ = consum d'oxigen estimat durant la globalitat de la competició.
- a = constant de la regressió lineal.
- b = pendent de la regressió lineal.
- *(FC)* = FC sobre el que es realitza l'estimació del consum d'oxigen.

Considerant que es menyspreava el deute d'oxigen en els assalts, vam calcular el consum d'oxigen net ($\dot{V}O_{2\,net}^{ass}$) produït per l'esforç específic de la competició d'esgrima. Aquest consum resulta de restar del valor aconseguit anteriorment ($\dot{V}O_2^{ass}$) el consum d'oxigen basal individual ($\dot{V}O_2^{basal}$) i d'afegir la despesa en $\dot{V}O_2$ corresponent al component lactàcid ($\dot{V}O_2^{lact}$) de l'esforç, segons l'equivalent energètic del lactat proposat per di Prampero (1981). També va determinar-se el consum d'oxigen net del global de la competició. Per aconseguir-ho vam restar del $\dot{V}O_2^{comp}$ el consum d'oxigen en situació de repòs ($\dot{V}O_2^{basal}$):

$$\dot{V}O_{2\,net}^{ass} = \dot{V}O_2^{ass} + \dot{V}O_2^{lact} - \dot{V}O_2^{basal}$$

$$mL\,O_2 = mL\,O_2 + mL\,O_2 - mL\,O_2$$

$$\dot{V}O_{2\,net}^{comp} = \dot{V}O_2^{comp} - \dot{V}O_2^{basal}$$

$$mL\,O_2 = mL\,O_2 - mL\,O_2$$

$$\dot{V}O_2^{basal} = \dot{V}O_2^{repòs} \cdot Pc \cdot t$$

$$mL\,O_2 = (mL\,O_2 \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}) \cdot kg \cdot min$$

$$\dot{V}O_2^{lact} = (\Delta[La^-]_s \cdot 3{,}0 \cdot Pc)$$

$$mL\,O_2 = \{mmol \cdot L^{-1} \cdot [(mL\,O_2 \cdot kg^{-1}) \cdot (mmol \cdot L^{-1})^{-1}] \cdot kg\}$$

on:

$\dot{V}O_{2\,net}^{ass}$ = consum d'oxigen net en els assalts.
$\dot{V}O_2^{lact}$ = consum d'oxigen corresponent a la part lactàcida.
$\dot{V}O_2^{basal}$ = consum d'oxigen individual corresponent a cada subjecte en situació de repòs.
$\dot{V}O_2^{repòs}$ = 3,5 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (equivalent a 1 MET) (1).
$\dot{V}O_{2\,net}^{comp}$ = consum d'oxigen net en el global de la competició.
P_c = pes corporal de cada subjecte (kg).
t = temps de durada de la valoració (min).
$\Delta[La^-]_s$ = increment de la lactatèmia durant la competició, resultant de restar el valor màxim de lactatèmia dels valors de repòs: $\Delta[La^-]_s = [La^-]_s^{max} - [La^-]_s^{repòs}$ ($mmol \cdot L^{-1}$)
1 $mmol \cdot L^{-1}[La] \cong$ 2,7–3,3 ($\bar{x}$=3,0) mL $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot mmol \cdot L^{-1}$ (2)
$\cong$ 3,0 mL $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot mmol \cdot L^{-1}$

Competició autonòmica

En aquesta segona valoració van participar 10 subjectes. La metodologia fou similar a l'emprada en la prova internacional, amb l'única diferència que la prova d'esforç en laboratori fou realitzada mitjançant un analitzador telemètric de gasos (K2-Cosmed), que ens va permetre realitzar un estudi de validació del mètode (Rodríguez, Iglesias i Tapiolas, 1994; Iglesias 1997).

Despesa energètica

L'estimació de la despesa energètica es va realitzar en base al càlcul de l'equivalent calòric de l'oxigen, establint-se l'esmentada equivalència en 4,838 kcal per cada litre d'O_2 consumit. Aquest valor correspon a l'equivalent calòric de l'oxigen assumint una relació d'intercanvi respiratori (R = RER "respiratory exchange ratio") de 0,83. Aquesta relació entre $\dot{V}CO_2$ i és $\dot{V}O_2$ també coneguda com RQ ("respiratory quocient"), però només quan es mesura en una situació d'estat estable (3), no essent el cas durant els combats, en que aquesta relació és variable segons les vies metabòliques alternants utilitzades. Weir (1949) demostrà que la despesa energètica pot ser calculada amb la precisió suficient (4) només mesurant la ventilació en condicions STPD i la fracció expiratòria de l'oxigen segons l'equació:

$$E = c \cdot \dot{V}_E \cdot [(20{,}93 - F_EO_2)/100]$$

on:

E = despesa energètica (kcal).
c = equivalent calòric de l'oxigen.
$\dot{V}_E$ = volum d'aire espirat (L, STPD).
F_EO_2 = fracció expiratòria d'oxigen.

Tal i com es realitza en la valoració indirecta del consum d'oxigen, s'analitza la despesa energètica en dues situacions: la primera en els assalts i la segona en la globalitat de les competicions segons les equacions:

$$E^{ass} \cong \dot{V}O_2^{ass} \cdot 4{,}838$$

$$kcal \cong L\,O_2 \cdot (kcal \cdot L\,O_2^{-1})$$

$$E^{comp} \cong \dot{V}O_2^{comp} \cdot 4{,}838$$

$$kcal \cong L\,O_2 \cdot (kcal \cdot L\,O_2^{-1})$$

on:

E^{ass} = despesa energètica durant els assalts (kcal).
E^{comp} = despesa energètica durant la competició (kcal).
$\dot{V}O_2^{ass}$ = consum d'oxigen durant els assalts (L O_2).
$\dot{V}O_2^{comp}$ = consum d'oxigen durant la competició (L O_2).
4,838 = 4,838 kcal · $L\,O_2^{-1}$ = equivalent calòric de l' O_2 per a una relació d'intercanvi respiratori R = 0,83 (Fox i col. 1989; Zuntz 1901) (1 kcal = 4,1855 kJ).

(1) Considerem com a valor basal de consum d'oxigen l'equivalent a 1 MET, és a dir, 3,5 $mL \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$.
(2) La recerca d'un equivalent energètic del lactat sanguini va portar a autors com Margaria (1963), Cerretelli (1964) i di Prampero i col. (1978) a proposar un valor entre 2,7 i 3,3 mL $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot mmol^{-1}$ en esportistes amb diferents nivells de consum màxim d'oxigen i en base a dades experimentals hem considerat el valor mitjà (3,0 mL $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot mmol^{-1}$) com l'equivalent energètic del lactat acumulat en sang. Malgrat l'estudi de di Prampero fou realitzat en proves de caràcter continu –cursa, natació i ciclisme– assumim l'error existent ja que l'autor la considera prou vàlida també per a esforços submàxims.
(3) O de repòs (Fox, Bowers i Foss 1989).
(4) segons Weir (1949), l'error en no mesurar el CO_2 és, com a molt, de ± 0,5%.

Realitzats els càlculs de l'estimació de la despesa energètica, i gràcies al control temporal dut al llarg de tota la recollida de dades, vam procedir a valorar la potència energètica ($\dot{E}$) dels esgrimidors en les mateixes condicions que les descrites en l'apartat anterior i aplicant les següents equacions:

$$\dot{E}^{ass} \cong \dot{V}O_2^{ass} \cdot 4{,}838 \cdot t^{-1}$$

$$kcal \cdot min^{-1} \cong L\,O_2 \cdot (kcal \cdot L\,O_2^{-1}) \cdot min^{-1}$$

$$\dot{E}^{comp} \cong \dot{V}O_2^{comp} \cdot 4{,}838 \cdot t^{-1}$$

$$kcal \cdot min^{-1} \cong L\,O_2 \cdot (kcal \cdot L\,O_2^{-1}) \cdot min^{-1}$$

on:

$\dot{E}^{ass}$ = potència energètica en els assalts ($kcal \cdot min^{-1}$) (5).
$\dot{E}^{comp}$ = potència energètica durant la competició ($kcal \cdot min^{-1}$).
$\dot{V}O_2^{ass}$ = consum d'oxigen durant els assalts ($L\,O_2$).
$\dot{V}O_2^{comp}$ = consum d'oxigen durant la competició ($L\,O_2$).
4,838 = 4,838 $kcal \cdot L\,O_2^{-1}$ = equivalent calòric de l'O_2 per a una relació d'intercanvi respiratori R = 0,83 (Fox i col. 1989; Zuntz 1901)
t = temps d'esforç (min^{-1})

Supòsits i limitacions

En la determinació del consum d'oxigen es presenta un mètode indirecte en el que el consum d'oxigen és estimat en cadascun dels tiradors mitjançant l'equació de regressió lineal $\dot{V}O_2 = a+b(FC)$, obtinguda en una prova d'esforç progressiva en cinta rodant. Aquesta metodologia indirecta ha estat emprada en estudis sobre la despesa energètica d'activitats laborals (Åstrand i Rodahl 1986; pp. 332-334) i, com ha estat descrit en diferents estudis, pot ser aplicada també com a mètode de mesura indirecta de la despesa energètica en activitats esportives intermitents (di Prampero 1981; Fox i col. 1989; Pinnington i col. 1990).
Prèviament a la descripció de la metodologia i resultats cal considerar les següents limitacions a l'estudi presentat:

- La competició comporta un augment del component emocional amb un increment del to simpaticoadrenèrgic i de la secreció de catecolamines i, per tant, la resposta funcional davant els requeriments físics en competició pot veure's alterada (Hoch i col. 1988; Markowska i col. 1988).
- L'increment de la FC pel factor competitiu, afegit al deute d'oxigen que es pot acumular en diferents fases de la competició, pot introduir un factor d'error que limita la fiabilitat de l'estimació del consum d'oxigen. Considerant que els períodes de tensió emocional són proporcionalment curts en relació als períodes de descans entre assalts, pensem que l'efecte sobre el component energètic, en una valoració global de la competició d'esgrima, ha de ser reduït.
- En la valoració indirecta del $\dot{V}O_2$ s'ha avaluat el consum d'oxigen en base als registres de FC dels assalts i de la globalitat de la competició. En el disseny de l'estudi es pretenia incorporar en la determinació del consum d'oxigen dels assalts ($\dot{V}O_2^{ass}$) la quantificació del deute d'oxigen, però la variabilitat existent en les pauses entre assalts feia que, en molts combats, el deute d'oxigen d'un assalt no fos del tot complet al sobreposar-se el deute d'un assalt amb l'inici del següent. La decisió fou establir dues mesures de consum d'oxigen: la dels assalts ($\dot{V}O_2^{ass}$), valorant la despesa real produïda en els mateixos, i la de competició ($\dot{V}O_2^{comp}$), en la que s'inclou tot el consum d'oxigen produït en competició, inclòs el deute, malgrat no s'arribi a precisar el volum d'aquest deute en cada assalt.
- La relació $\dot{V}O_2$ -FC individual durant l'esforç s'estableix mitjançant una prova contínua i progressiva sobre cinta rodant, mentre que la competició presenta una sol·licitació funcional variable i intermitent. S'assumeix que la variabilitat d'aquesta relació no és significativa a efectes del càlcul energètic. Això no obstant, Åstrand i Rodahl (1986) consideren que la fiabilitat d'aquesta estimació és adequada per a tots els propòsits pràctics de la investigació de camp en la majoria de casos. Per verificar aquesta afirmació vam dissenyar un experiment de mesurament directe del $\dot{V}O_2$ en entrenaments per eventualment validar aquesta metodologia (Rodríguez i col. 1994). Els resultats (Iglesias 1997) seran publicats en futurs treballs.
- En l'estimació del $\dot{V}O_2$ hem considerat com a nivell basal de consum d'oxigen individual el valor d'1 MET (3,5 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$).
- La prova d'esforç realitzada per aconseguir l'equació de regressió lineal es realitzava en un marge de ± 3 a 7 dies. En aquest període l'esgrimidor es comprometia a no modificar significativament, amb l'entrenament, la condició física i per tant la relació $\dot{V}O_2$-FC podia aplicar-se als registres de la FC en competició amb un reduït marge d'error.

Resultats

La primera fase de l'estudi fou realitzada en el transcurs d'una prova internacional. Els valors mitjans de lactatèmia obtinguts en com-

(5) Es presenten els resultats en $kcal \cdot min^{-1}$. Per a d'altres valoracions de potència energètica es realitzen les transformacions segons l'equivalència de 1 watt=0,014335 $kcal \cdot min^{-1}$, o a l'inrevés, 1 $kcal \cdot min^{-1}$=69,759 watt (Fox i col. 1989, p. 64).

petició foren de 3,7 mmol·L^{-1} (de = 1,1), amb valors extrems de 1,8 i 6,4 mmol·L^{-1}. Les mitjanes de les diferents eliminatòries presentaren valors similars, no observant-se, contràriament als registres de FC, un increment progressiu a mesura que la competició avançava, ni essent significativa la comparació de les mitjanes obtingudes en les diferents fases de la competició.

La valoració en laboratori del consum màxim d'oxigen va palesar elevats valors de $\dot{V}O_{2max}$ en la mostra masculina ($\bar{x}$ = 64,8 mL·kg^{-1}·min^{-1}; de = 7,1) i resultats inferiors en les floretistes ($\bar{x}$= 49,2 mL·kg^{-1}·min^{-1}; de = 7,3). En la interpretació dels resultats exposats caldrà tenir present que dels 7 espasistes de la mostra 3 eren pentatletes de l'equip olímpic espanyol. Dels resultats de la prova d'esforç cal destacar la relació FC-$\dot{V}O_2$ individual de cadascun dels subjectes de la mostra, que va determinar l'equació i la recta de regressió individual que permetia estimar el consum d'oxigen en situació de competició (Figura 1). En els tretze subjectes existien elevats nivells de correlació entre els valors de FC i $\dot{V}O_2$ (0,964 ≤ r ≤ 0,998).

El càlcul de les tretze rectes de regressió (Figura 2) va possibilitar, seguint el mètode descrit, valorar de forma indirecta el consum d'oxigen dels esgrimidors en competició internacional. Aquest va ser, en valors mitjans, de 47,3 mL·kg^{-1}·min^{-1} (de = 9,3), presentant els homes (n = 7) valors superiors ($\bar{x}$ = 53,9 mL·kg^{-1}·min^{-1}; de = 4,4) als estimats en les dones (n = 6) ($\bar{x}$= 39,6 mL·kg^{-1}·min^{-1}; de = 7,2).

En l'estimació del consum d'oxigen vam valorar la sol·licitació específica en els assalts (Taula 1), així com en la globalitat de la competició (Taula 2). En termes absoluts i relatius, com és comprensible, els valors de la globalitat de la competició del consum d'oxigen per unitat de temps foren inferiors als de la valoració exclusiva dels assalts amb un alt nivell de significació (p < 0,001), essent, amb una confiança del 95%, la diferència entre ells d'entre 1202 i 1960 mL·min^{-1}

En analitzar la durada dels assalts en el conjunt de la competició vam considerar d'interès quantificar la part total del consum d'oxigen estimat en competició que és produïda per la realització dels assalts ($\dot{V}O_2^{ass}$). Tant en l'estimació del $\dot{V}O_2^{ass}$ (Taula 3) com en el $\dot{V}O_2^{comp}$ (Taula 4) es van detectar valors superiors en la mostra masculina en relació a la femenina, calculant-se una mitjana global de consum d'oxigen en la competició de 438 L d'O_2 (de = 265), dels quals 161 L d'O_2 (de = 102) pertanyien a la disputa dels assalts.

La segona competició que vam estudiar foren els Campionats de Catalunya absoluts d'esgrima del 1993. La mitjana del consum màxim d'oxigen registrat en la prova d'esforç dels 10 subjectes de la mostra (8 homes i 2 dones) fou de 53,7 mL·kg^{-1}·min^{-1} (de = 9), valors sensiblement inferiors als determinats en la prova d'esforç de l'estimació del $\dot{V}O_2$ en la prova internacional ($\bar{x}$= 57,6 mL·kg^{-1}·min^{-1}; de = 10,7). En la programació de l'estudi vam considerar interessant que tres dels tiradors competissin en dues modalitats diferents (espasa i floret), realitzant-se posteriorment l'anàlisi comparativa dels seus re-

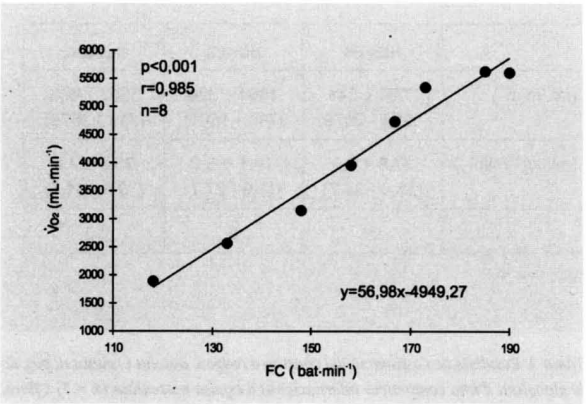


Figura 1. Recta de regressió del consum d'oxigen en funció de la FC obtinguda en una prova d'esforç sobre cinta ergomètrica en un dels esgrimidors.

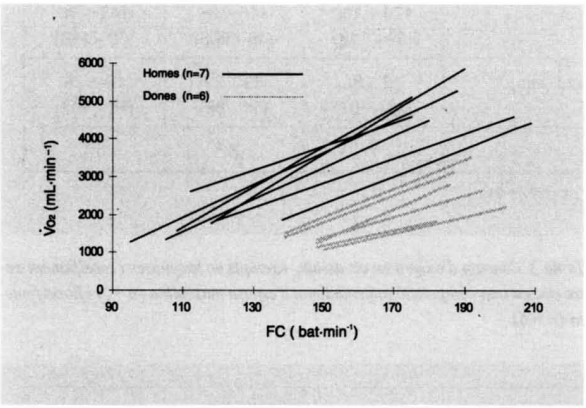


Figura 2. Rectes de regressió individuals dels tretze subjectes de la mostra, corresponents a la relació consum d'oxigen-FC.

	HOMES	DONES	GLOBAL
$\dot{V}O_2^{ass}$ estimat (mL·min^{-1})	4021 ± 423 (3356 - 4528)	2210 ± 545 (1538 - 2908)	3185 ± 1047 (1538 - 4528)
$\dot{V}O_2^{ass}$ estimat (mL·kg^{-1}·min^{-1})	53,9 ± 4,4 (47,9 - 62,0)	39,6 ± 7,2 (30,2 - 51,0)	47,3 ± 9,3 (30,2 - 62,0)
Subjectes (n)	7	8	13

Les dades són: $\bar{x}$ ± de (min-max).

Taula 1. Resultats de l'estimació del consum d'oxigen, absolut i relatiu al pes, en els assalts, exempts de les pauses i escalfament entre ells, en una competició internacional d'espasa masculina (n = 7) i floret femení (n = 6).

	HOMES	DONES	GLOBAL
$\dot{V}o_2^{comp}$ estimat ($mL \cdot min^{-1}$)	2066 ± 544 (1226 - 2879)	1064 ± 326 (711 - 1581)	1603 ± 680 (711 - 2879)
$\dot{V}o_2^{comp}$ estimat ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	27,8 ± 7,0 (15,8 - 34,7)	19,1 ± 5,1 (13,9 - 27,7)	23,8 ± 7,4 (13,9 - 34,7)
Subjectes (n)	7	6	13

Les dades són: $\bar{x}$ ± de (min-max).

Taula 2. Resultats de l'estimació del consum d'oxigen, absolut i relatiu al pes, de la globalitat d'una competició internacional d'espasa masculina (n = 7) i floret femení (n = 6).

	HOMES	DONES	GLOBAL
$\dot{V}o_2^{ass}$ estimat (L)	191 ± 107 (41 - 341)	125 ± 93 (49 - 289)	161 ± 102 (41 - 341)
$\dot{V}o_{2\ net}^{ass}$ estimat (L)	179 ± 100 (39 - 318)	115 ± 86 (46 - 266)	149 ± 96 (39 - 318)
Temps en assalts (min)	46 ± 23 (22 - 107)	53 ± 27 (11 - 86)	49 ± 25 (11 - 107)
Subjectes (n)	7	6	13

Les dades són: $\bar{x}$ ± de (min-max).

Taula 3. Consum d'oxigen en els assalts, exempts de les pauses i escalfament entre ells, en una competició internacional d'espasa masculina (n = 7) i floret femení (n = 6).

	HOMES	DONES	GLOBAL
$\dot{V}o_2^{comp}$ estimat (L)	588 ± 271 (254 - 951)	263 ± 105 (188 - 470)	438 ± 265 (188 - 951)
$\dot{V}o_{2\ net}^{comp}$ estimat (L)	511 ± 246 (227 - 855)	206 ± 94 (146 - 390)	370 ± 243 (146 - 855)
Temps competició (min)	294 ± 113 (169 - 369)	292 ± 64 (111 - 421)	292 ± 94 (111 - 421)
Subjectes (n)	7	6	13

Les dades són: $\bar{x}$ ± de (min-max).

Taula 4. Consum d'oxigen, total i net, en la globalitat d'una competició internacional d'espasa masculina (n = 7) i floret femení (n = 6).

sultats en les diferents fases eliminatòries (Figura 3). No es van detectar diferències significatives en l'aparellament de les mitjanes del consum d'oxigen en les diferents fases eliminatòries. Es va detectar un alt nivell de correlació en els valors de cada subjecte en les dos modalitats ($r = 0,90$; $p < 0,05$).

L'estimació del consum d'oxigen en els Campionats de Catalunya absoluts va presentar una mitjana global de 36,0 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$

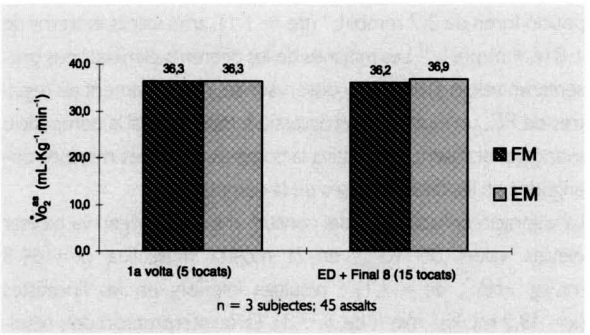


Figura 3. Mitjanes de l'estimació del consum d'oxigen durant els assalts de tres tiradors en competició de floret (FM) i espasa (EM). Les diferències no són significatives (p > 0,05).

(de = 6,3) amb valors molt similars en les diferents fases eliminatòries (Taula 5). Les mitjanes globals i per gènere són inferiors a les de la prova internacional. En la valoració individual realitzada subjecte a subjecte vam determinar la intensitat de treball en els assalts en base al $\dot{V}O_{2max}$ estimat de cada subjecte observant-se valors mitjans en el transcurs de tots els assalts d'entre el 55,6 i el 77,4 % del $\dot{V}O_{2max}$, mentre que si determinàvem els valors màxims del consum d'oxigen que cada esgrimidor assolia en la disputa dels assalts trobàvem valors força elevats que anaven de l'extrem inferior del 75,3 % del $\dot{V}O_{2max}$ al superior, molt proper al màxim, del 99,6 % del $\dot{V}O_{2max}$.

Es presenten els valors de despesa energètica i potència energètica estimades en base als valors de consum d'oxigen estimats en el transcurs de la competició internacional (Taula 6).

Al valorar el consum energètic mitjà produït en un assalt d'esgrima a cinc tocats, a un màxim de 5 minuts –en aquesta competició presentà una durada de 3,6 min (de = 0,9) reals de mitjana–, la despesa estimada fou de 56,6 kcal (de = 23,8) en assalt. Aquesta sol·licitació es produeix pels 11,6 L d'O_2 (de = 4,9) de mitjana de consum per assalt que es van estimar en aquesta prova internacional en que cada subjecte va disputar una mitjana de 13 assalts (de = 6). La potència energètica en competició, durant la realització dels diferents assalts, fou de 15,4 $kcal \cdot min^{-1}$ (de = 5,1) (Taula 6).

Finalment vam introduir el càlcul de la potència energètica en les diferents activitats incloses en l'estudi del consum d'oxigen com van ser la prova internacional, els Campionats de Catalunya i uns assalts d'entrenament amb l'analitzador telemètric (Iglesias, 1997). Els resultats es presenten en la taula 7.

Discussió

Per a Fox i col. (1989) el registre telemètric de la FC permet avaluar el $\dot{V}o_2$ de moltes activitats físiques i esportives que, sense el seu ajut, serien difícilment mesurables. La relació individual de la

FC amb el $\dot{V}O_2$ ha estat utilitzada per diferents autors en la millora del coneixement de la resposta funcional en alguns esports i activitats físiques (Acheson i col. 1980 (6); Ekblom 1986; Washburn i Montoye 1986(6); Kalkwarf i col. 1989 (6); Cucullo i col. 1987; Yzaguirre i col. 1989; Pinnington 1988, 1990; Livingston i col. 1990; Bangsbo 1994; Rodríguez, Iglesias i Tapiolas 1995; Rodríguez i Iglesias 1995; Rodríguez, Iglesias i Artero 1995; Rodríguez, Iglesias, Marina i Fadó 1997; Montoye i col. 1996). Com a un dels principals índexs de les demandes fisiològiques i atesa la dificultat de la seva valoració, el consum d'oxigen ha estat analitzat mitjançant diferents mètodes d'estimació. Cucullo i col. (1987) van aplicar fórmules per determinar el consum màxim d'oxigen en proves d'esforç utilitzant la potència de treball i la FCmax individual com a principals variables. Els resultats van donar valors subestimats en comparació als valors reals utilitzats en la prova de control. Pinnington i col. (1988, 1990) van aplicar un model d'estimació en partits de waterpolo basat en la relació lineal $\dot{V}O_2$-FC en una prova d'esforç prèvia en medi aquàtic. Lavoie, Léger i Marini (1988) van estimar el consum d'oxigen en assalts d'entrenament d'esgrima gràcies a un mètode de retroextrapolació en base als gasos expirats a la fi dels assalts. Van determinar uns valors mitjans de 44 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (de = 10), que corresponien al 70 % del $\dot{V}O_{2max}$ dels espasistes avaluats. La valoració directa és, avui en dia, inviable en l'esgrima de competició. Amb la intenció d'aconseguir major informació sobre les necessitats funcionals d'aquest esport, i per tal de validar el mètode exposat, es va dur a terme un estudi de validesa de l'estimació del consum d'oxigen (Iglesias 1997) que a hores d'ara s'inclou en una línia de recerca del conjunt d'activitats físiques de caràcter intermitent (Rodríguez i col. 1994, 1995, 1997, 1998). Les dades obtingudes mostren com l'aplicació del mètode indirecte comporta una sobreestimació d'entre el 19% (CI 95%: 59-103 $mL \cdot min^{-1}$) i el 33% (CI 95%: 465-527 $mL \cdot min^{-1}$) dels valors reals en funció de l'especificitat de la relació $\dot{V}O_2$-FC en que es determina l'estimació (Iglesias 1997). Aquests valors són superiors als observats en un estudi previ realitzat en futbolistes (Rodríguez i Iglesias 1998), on la sobreestimació del consum d'oxigen era del 15% de mitjana.

El consum màxim d'oxigen dels tiradors en les proves d'esforç coincideix amb els valors de la literatura en diferents poblacions d'esgrimidors (Taula 8), observant-se un consum màxim superior en la mostra masculina ($\bar{x}$ = 55,5-70,9 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) en relació a la femenina ($\bar{x}$ = 6,3-49,2 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$). Les característiques diferencials, determinades per la desigualtat en la composició corporal i les capacitats funcionals dels dos gèneres, condiciona una menor utilització del $\dot{V}O_2$ en les dones en relació als homes, i l'assoliment d'un $\dot{V}O_{2max}$ menor (Faina 1990; Platonov 1991).

En la prova internacional es van registrar uns valors mitjans de 47,3 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (de = 9,3), que en termes absoluts repre-

	1 VOLTA	ELIMINACIÓ DIRECTA	FINAL 8	GLOBAL
$\dot{V}O_2^{ass}$ estimat ($mL \cdot min^{-1}$)	2586 ± 240 (794 - 3930)	2597 ± 296 (863 - 3759)	2812 ± 276 (982 - 4316)	2655 ± 251 (794 - 4316)
$\dot{V}O_2^{ass}$ estimat ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	36,3 ± 4,7 (12,2 - 58,1)	36,2 ± 5,4 (12,5 - 55,3)	39,2 ± 4,8 (14,2 - 66,4)	37,3 ± 4,8 (12,2 - 66,4)
Durada assalts (min)	3,2 ± 0,7	8,8 ± 4,2	13,0 ± 5,3	5,7 ± 1,1
Total d'assalts (n)	51	6	16	73

Les dades són: $\bar{x}$ ± de (min-max).

Taula 5. Estimació del consum d'oxigen en competició real d'esgrima (Campionats de Catalunya absoluts masculins 1993; n = 10)

E^{ass} total (kcal)	E^{comp} total (kcal)	E per assalt (kcal)	$\dot{E}^{ass}$ ($kcal \cdot min^{-1}$)	$\dot{E}^{comp}$ ($kcal \cdot min^{-1}$)
Floret femení (n = 6)				
605 ± 449 (239 - 1396)	1270 ± 509 (911 - 2274)	39,6 ± 18,9 (17,9 - 73,5)	10,7 ± 2,6 (7,4 - 14,1)	4,3 ± 1,7 (3,1 - 7,8)
Espasa masculina (n = 7)				
924 ± 516 (198 - 1647)	2847 ± 1313 (1228 - 4601)	71,2 ± 17,4 (49,4 - 93,9)	19,5 ± 2,0 (16,2 - 21,9)	9,7 ± 4,5 (4,2 - 15,7)
Global (n = 13)				
777 ± 495 (198 - 1647)	2119 ± 1280 (911 - 4601)	56,6 ± 23,8 (17,9 - 93,9)	15,4 ± 5,1 (7,4 - 21,9)	7,2 ± 4,4 (3,1 - 15,7)

Les dades són: $\bar{x}$ ± de (min-max).

Taula 6: Valors mitjans de la despesa energètica (E, kcal) estimada en la totalitat dels assalts (E^{ass}), en el global de la competició (E^{comp}) i la mitjana per assalt (E). S'exposen també els valors de potència energètica en els assalts ($\dot{E}^{ass}$) i en la globalitat de la competició ($\dot{E}^{comp}$).

	$\dot{E}^{ass}$		
	($kcal \cdot min^{-1}$)	($kJ \cdot min^{-1}$)	($kcal \cdot kg \cdot min^{-1}$)
Competició internacional (Valors estimats, n = 13)	15,4 ± 5,1	64,5 ± 21,2	0,23 ± 0,04
Campionats de Catalunya (Valors estimats, n = 12)	12,3 ± 2,0	51,6 ± 8,5	0,17 ± 0,03
Assalts d'entrenament (Valors estimats, n = 10)	9,8 ± 2,0	41,1 ± 8,4	0,14 ± 0,03
Assalts d'entrenament (Valors reals, n = 10)	7,4 ± 1,0	30,8 ± 4,1	0,10 ± 0,01

Les dades són: $\bar{x}$ ± de (min-max).

Taula 7. Comparació de la potència energètica ($\dot{E}$, $kcal \cdot min^{-1}$, $kJ \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) estimada en els assalts d'entrenament i en competicions de diferent nivell. Els valors dels assalts d'entrenament s'estimen en base a registres reals de consum d'oxigen.

(6) Dins Montoye i col. 1986.

POBLACIÓ	NIVELL	ARMA	SEXE	SUBJECTES	$\dot{V}O_2$ (mL·kg^{-1}·min^{-1})	AUTORS
Consum màxim d'oxigen determinat en laboratori ($\dot{V}O_{2max}$)						
Brasil	Equip nacional	E,F,S	M	18	53,3	De Rose i Teixeira, 1975
França	Heterogeni	E,F,S	M	7	40,1	Macarez, 1978
Canadà	Equip nacional	E	M	10	59,5	Lavoie i col., 1984
Canadà	Heterogeni	E	M	12	54,5	Lavoie i col., 1984
Cuba	Equip nacional	E,F,S	M	16	56,6	Díaz, 1984
Itàlia	Heterogeni	E	M	33	47,1	Roi i Mognoni, 1987
Canadà	Equip nacional	E	M	8	62,7	Lavoie i col., 1990
Catalunya	Heterogeni	E,F,S	M	17	55,5	Iglesias i Cano, 1990
Suècia	Equip nacional	E	M	6	67,3	Nyström i col., 1990
Espanya	Equip nacional	E,F,S	M	16	56,5	Iglesias i Rodríguez (1)
Espanya	Equip nacional	F	F	4	46,3	Iglesias i Rodríguez (1)
Espanya	Heterogeni	E	M	4	60,2	Iglesias i Rodríguez (1)
Espanya	Equip olímpic pentatló	E	M	3	70,9	Iglesias i Rodríguez (1)
Espanya	Heterogeni	F	F	6	49,2	Iglesias i Rodríguez (1)
Catalunya	Heterogeni	E,F,S	M	8	55,5	Iglesias i Rodríguez (1)
Catalunya	Heterogeni	E	F	2	47,9	Iglesias i Rodríguez (1)
Consum màxim d'oxigen estimat en assalts de competició ($\dot{V}O_{2max}$)						
Espanya	Heterogeni	E	M	4	60,9	Iglesias i Rodríguez (1) (2)
Espanya	Equip olímpic pentatló	E	M	3	75,0	Iglesias i Rodríguez (1) (2)
Espanya	Espasistes i pentatletes	E	M	7	67,0	Iglesias i Rodríguez (1) (2)
Espanya	Heterogeni	F	F	6	51,6	Iglesias i Rodríguez (1) (2)
Catalunya	Heterogeni	E,F,S	M	10	50,6	Iglesias i Rodríguez (1) (3)
Catalunya	Heterogeni	E	F	2	42,9	Iglesias i Rodríguez (1) (3)
Consum d'oxigen estimat en assalts de competició ($\dot{V}O_2$)						
Canadà	Heterogeni	E	M	8	44,0	Lavoie i col., 1988
Espanya	Heterogeni	E	M	4	51,7	Iglesias i Rodríguez (1) (2)
Espanya	Equip olímpic pentatló	E	M	3	59,2	Iglesias i Rodríguez (1) (2)
Espanya	Espasistes i pentatletes	E	M	7	53,9	Iglesias i Rodríguez (1) (2)
Espanya	Heterogeni	F	F	6	39,6	Iglesias i Rodríguez (1) (2)
Catalunya	Heterogeni	E,F,S	M	10	37,3	Iglesias i Rodríguez (1) (2)
Catalunya	Heterogeni	E	F	2	29,7	Iglesias i Rodríguez (1) (2)
Consum d'oxigen estimat en una prova d'esforç específica d'esgrima (cinta rodant)						
Canadà	Equip nacional	Pentatló	M	5	50,4	Seyfried, 1989
Consum màxim d'oxigen mesurat en assalts d'entrenament ($\dot{V}O_{2max}^{ass}$)						
Catalunya	Heterogeni	E,F,S	M	8	40,2	Iglesias i Rodríguez (1) (4)
Catalunya	Heterogeni	E,F	F	2	36,5	Iglesias i Rodríguez (1) (4)
Mitjana del consum d'oxigen en assalts d'entrenament ($\dot{V}O_2$)						
Catalunya	Heterogeni	E,F,S	M	8	29,4	Iglesias i Rodríguez (1) (4)
Catalunya	Heterogeni	E,F	F	2	27,6	Iglesias i Rodríguez (1) (4)

(1) Dades extretes del present estudi. (2) Dades relatives al consum d'oxigen estimat en una prova internacional absoluta d'EM i FF. (3) Dades relatives al consum d'oxigen estimat en els Campionats de Catalunya a les 5 armes. (4) Dades relatives al consum d'oxigen real en assalts d'entrenament a les 5 armes (Iglesias 1997).

Taula 8. Recull de diferents mesuraments del consum d'oxigen en laboratori i durant la pràctica de l'esgrima en assalts en competició real i simulada.

sentarien un consum de 3.185 mL·min^{-1} (de = 1.047). Els valors mitjans són propers als descrits per Lavoie i col. (1988), però en l'anàlisi segons el sexe observem com mentre la mitjana de les floretistes és de 39,6 mL·kg^{-1}·min^{-1} (de = 7,2) ($\bar{x}$ = 2.210 mL·min^{-1}; de = 545), els espasistes presenten registres superiors ($p < 0,001$) de consum d'oxigen en els assalts, essent la mitjana de 53,9 ml·kg^{-1}·min^{-1} ($\bar{x}$ = 4.021 ml·min^{-1}; de = 423), valors més elevats als descrits pels esmentats autors en els espasistes canadencs ($\bar{x}$ = 3.168 mL·min^{-1}; de = 720). La sobreestimació detectada en l'aplicació del mètode (Iglesias 1997), mitjançant la relació dels paràmetres de FC i consum d'oxigen en una prova d'esforç contínua i progressiva, podria ser un dels factors que condicionés l'elevació dels valors estimats en el nostre estudi en relació al treball de Lavoie i col. De fet, la sobreestimació del consum d'oxigen i de la despesa energètica en base als registres de FC en activitats on hi pot haver treball estàtic alternat amb exercici ha estat reconeguda per Saris i col. (dins Montoye i col. 1986; pp.102- 103).

La cinètica del consum d'oxigen provoca en l'activitat física d'elevada intensitat un deute d'oxigen motivat per la desproporció existent entre el subministrament d'oxigen i les demandes en el decurs de l'activitat realitzada. Aquest deute presenta dues fraccions: alàctica i làctica (Margaria i col. 1933). Considerant els baixos nivells de lactatèmia registrats en les competicions i entrenaments d'esgrima, hem de suposar que la major part del deute d'oxigen produït per l'activitat esgrimística correspon a la fracció alàctica del mateix. Això sense oblidar la influència del volum muscular implicat en les accions pròpies de l'esgrima i les característiques temporals que permeten amplis temps d'intensitat baixa alternats amb pics d'elevada intensitat (activitat intermitent). La proximitat dels valors de consum màxim d'oxigen en els assalts als registrats en el laboratori, coincideix amb el treball d'Ekblom (1986) realitzat en futbol. En aquest mateix esport, però, hi ha autors (Vogelaere i col. 1985) que no comparteixen la utilització de la FC com a variable per a la valoració indirecte del consum d'oxigen al considerar variables estranyes, com l'estrès o la temperatura, que poden influenciar en l'estimació.

Les característiques de l'esgrima, on els esforços intensos són alternats amb temps prolongats de pauses totals o d'accions més aeròbiques, impliquen una alta despesa del metabolisme alàctic en l'execució de les accions explosives.

La despesa energètica ha estat calculada seguint els models i conversions descrits en la literatura per diferents autors (Fox i col. 1989; Lavoie i col. 1988; Seyfried 1989; Gallozzi i col. 1992; Serra i col. 1995), basant el càlcul energètic en els valors de consum d'oxigen estimats en competició real i multiplicant-los per l'equivalent calòric de l'oxigen xifrat en 4,838 kcal per litre d'O_2 (assumint un R = 0,83; Fox i col. 1989; Zuntz 1901). Si contrastem la mitjana global de la mostra d'esgrimidors ($\bar{x}$= 15,4 kcal·min^{-1}; de = 5,1) observem com els resultats són gairebé coincidents als descrits per Lavoie i col. (1988) que van determinar una despesa mitjana de 15,5 kcal·min^{-1} (de = 3,6) en una mostra masculina d'espasistes. En els espasistes del nostre estudi vam estimar valors superiors (19,5 kcal·min^{-1}) als de Lavoie i col., però propers als descrits per Seyfried (1989) en una mostra d'espasistes pentatletes en una simulació competitiva (17,8 kcal·min^{-1}). En analitzar els assalts d'entrenament s'han enregistrat valors força inferiors –9,8 kcal·min^{-1} (de = 2) segons els valors estimats i 7,4 kcal·min^{-1} (de = 1) segons els registres telemètrics de consum d'oxigen– que coincideixen amb els presentats per Díaz (1981) (7) en entrenament (6,9 kcal·min^{-1}). L'anàlisi comparativa de les dades experimentals amb les existents en la literatura permet observar valors més alts en la potència energètica del present treball, concretament en la mostra masculina, que poden obeir als següents factors:

- Dels diferents estudis relacionats el nostre és l'únic realitzat en competició real. La competició provoca uns nivells d'exigència física incrementats per la càrrega emocional, absent, o si més no de menor incidència, en proves simulades.
- Dels 7 espasistes de la mostra, tres eren pentatletes d'alt nivell internacional.
- L'estimació del consum d'oxigen, amb la sobreestimació exposada, és la base sobre la que s'ha calculat la despesa energètica, amb la qual cosa, a tota sobreestimació del $\dot{V}O_2$ li correspondrà una sobreestimació de la despesa energètica.
- El factor de conversió de l'equivalent del cost energètic de l'oxigen utilitzat per Lavoie i col. (1 L d'O_2 = 4,825 kcal) és lleugerament inferior a l'utilitzat per nosaltres (4,838 kcal), fet que provoca l'obtenció de valors inferiors de despesa energètica a igual consum d'oxigen.
- D'altres factors d'influència, com les condicions ambientals, que no foren coincidents en els diferents estudis: Viru (1994) destaca que la FC està influenciada per factors emocionals i ambientals com la temperatura i la humitat.

Els resultats exposats corroboren amb matisacions les conclusions de Díaz (1981) que atorgava a l'esgrima altes demandes energètiques del sistema anaeròbic alàctic i del sistema aeròbic, així com en el treball d'altres autors soviètics (Kaul 1970; Pavlenco 1976; Vitoskin i Westakou 1978, dins Díaz 1981) que evidenciaven con-

(7) Les dades fan referència a un estudi longitudinal realitzat per Díaz (1981), en una població d'esgrimidors cubans (no s'especifica el gènere ni l'arma, tan sols que 7 dels 12 tiradors eren espasistes masculins). L'autor utilitza com a equivalent energètic la xifra de 1 L d'O_2=2,9 kcal, considerant que és la xifra mitjana entre els equivalents làctic i alàctic.



Foto: Xavier Iglesias.

siderables exigències del sistema energètic, particularment del consum d'oxigen en entrenaments i competició.

En el moment de realitzar la valoració comparativa dels resultats en homes i dones cal considerar les diferències funcionals que Guyton (1992) quantifica, a grans trets, en 2/3 a 3/4 en gairebé tots els paràmetres fisiològics. Ulmer (1993) exposa que, ja en condicions basals, existeixen diferències en la potència energètica d'homes i dones, essent en els primers de 1,2 $kcal \cdot min^{-1}$ (85 W) i en les dones de 1,1 $kcal \cdot min^{-1}$ (76 W) (8). El coneixement de la despesa energètica dels esgrimidors en competició, malgrat no ser de la rellevància que ho pot ser en esports de resistència de llarga durada, pot contribuir en la millora de l'organització de l'entrenament, així com en les pautes nutricionals que els tiradors han de practicar en totes les competicions, atesa la durada de les mateixes que pot anar, en funció dels sistemes de competició, de les 5 a les 8 hores.

Conclusions

- En relació al $\dot{V}O_{2max}$ individual enregistrat en la prova d'esforç, la intensitat individual en els assalts fou d'entre el 56 i el 74 % del $\dot{V}O_{2max}$ situant-se els valors màxims en competició entre el 75 i el 99 % del consum màxim d'oxigen.
- Els valors del consum d'oxigen en els assalts de les floretistes ($\bar{x}$ = 39,6 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) són inferiors ($p < 0,001$) als dels espasistes ($\bar{x}$= 53,9 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$), que mostren nivells de $\dot{V}O_2$ en els assalts superiors als descrits en la literatura (Lavoie i col. 1988).
- Considerant els baixos nivells de lactatèmia de les competicions i entrenaments d'esgrima, deduïm que la major part del deute d'oxigen produït per l'activitat esgrimística es correspon a la fracció alàctica del mateix.
- La potència energètica ($\dot{E}$) en assalts de competició va presentar valors superiors ($p < 0,001$) en la mostra d'homes ($\bar{x}$ = 19,5 $kcal \cdot min^{-1}$; de = 2) en comparació a les dones ($\bar{x}$= 10,7 $kcal \cdot min^{-1}$; de = 2,6).
- En el conjunt d'esgrimidors, homes i dones, la potència energètica presenta valors superiors en una competició internacional (15,4 $kcal \cdot min^{-1}$) en relació a una autonòmica (12,3 $kcal \cdot min^{-1}$), així com superioritat en els registres de competició respecte als d'entrenament (9,8 $kcal \cdot min^{-1}$).
- De l'anàlisi en competició destaca la variabilitat de la resposta funcional dels esgrimidors atesa la influència de factors com l'adaptació cardiocirculatòria individual, importància de la competició, eliminatòria registrada, nivell del rival, dinàmica competitiva, arma i gènere.
- Els resultats exposats en el treball són consistents amb les dades comparables de la literatura, definint per a l'esgrima demandes energètiques mitjanament elevades del sistema anaeròbic alàctic i del sistema aeròbic, amb considerables exigències dels sistemes energètics en entrenaments i competició.

Bibliografia

ÅSTRAND P. E., RODAHL K. (1992), *Fisiología del trabajo físico*. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.

BANGSBO J. (1994), "Physiological demands". Dins: Ekblom B (ed): *Handbook of Sports Medicine and Science*. Football (soccer). IOC Medical Comission. London: Blackwell Scientific Publications.

CHAPANIS A. (1967), "The relevance of laboratory studies to practical situations". *Ergonomics* 10: 557-577.

CONCU A., MARCELLO C., ROCCHITTA A., CIUTU C., ESPOSITO A. (1992), "Telemetric measurement of heart-rate-matched oxygen consumption during volleyball games". *Medical Science Research* 20: 243-245.

CUCULLO J. M., TERREROS J. L., LAYUS F., QUÍLEZ J. (1987), "Prueba ergométrica indirecta. Metodología para el cálculo óptimo de $\dot{V}O_{2max}$ en ciclistas". *Apunts Medicina de l'Esport* 93: 157-162.

(8) L'autor presenta els resultats en W i proposa per a les transformacions les següents equivalències: 0,28 W ≈ 0,239 $kcal \cdot h^{-1}$ (Ulmer 1993).

DÍAZ J. A. (1981), *Fundamentos pedagógicos y fisiológicos del entrenamiento de los esgrimistas*. La Habana: Científico Técnica.

DI PRAMPERO P. E. (1981), "Energetics of muscular exercise". *Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol.* 89: 143-222.

DUMAS J. P., D'ATHIS P., KLEPPING J., FOUILLOT J. P. (1980), "Étude sur le terrain des réactions endocriniennes et cardiaques à l'effort". *Médicine du Sport* 54: 27-32.

EKBLOM B. (1986), "Applied physiology of soccer". *Sports Medicine* 3: 50-60.

FAINA M., GALLOZZI C., MARINI C., COLLI R., FANTON F. (1989), *Energy cost of several sport disciplines by miniaturized telemetric $_2$ intake measurement*. Colorado Springs, IOC World Congres on Sport Sciences 38: 1-2.

FOX E. L., BOWERS R. W., FOSS M. L. (1989), *The physiological basis of physical education and athletics*. Dubuque (Iowa): Brown Publishers.

FOX E. (1984), *Fisiologia del deporte*. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.

GALLOZZI C., DE ANGELIS M., FANTON F., DAL MONTE A. (1992), *Il costo energetico nella vela*. Rivista di Cultura Sportiva 27: 19-21.

GUYTON A. C. (1992), *Tratado de fisiología médica*. Madrid: Interamericana/McGraw-Hill.

HOCH F., WERLE E., WEICKER H. (1988), *Sympathoadrenergic regulation in elite fencers in training and competition*. Int J Sports Med 9: 141-145.

IGLESIAS X., CANO D. (1990), *El perfil de l'esgrimidor a Catalunya*. Apunts Educació Física i Esports 19: 45-54.

IGLESIAS X., RODRÍGUEZ F. A. (1991a), *Perfil funcional del esgrimista de alto rendimiento*. Revista de Investigación y Documentación sobre las Ciencias de la Educación Física y del Deporte 18: 37-52.

IGLESIAS X., RODRÍGUEZ F. A. (1991b), *Physiological testing and profiling of elite fencers*. Proceedings Second IOC World Congress on Sport Sciences. International Olympic Commitee. Barcelona: COOB'92: pp. 142-143.

IGLESIAS X., RODRÍGUEZ F. A. (1995), *Caracterització de la freqüència cardíaca i la lactatèmia en esgrimistes durant la competició*. Apunts Medicina de l'Esport 123: 21-32.

IGLESIAS X. (1997), *Valoració funcional específica en l'esgrima*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya. Barcelona.

LAVOIE J. M., LÉGER L., MARINI J. F. (1988), *Escrime de compétition. Analyse énergétique*. Médecine du Sport 62(6): 310-3.

MARGARIA R., CERRETELLI P., DI PRAMPERO P. E., MASSARI C., TORRELLI G. (1963), *Kinetics and mechanism of oxygen debt contraction in man*. J Appl Physiol 18: 371-377.

MARKOWSKA L., STUPNICKI R., GOLEC L., NAGIEC E., BEDNARSKI J., GRZEGOREK K. (1988), "Urinary catecholamines in fencers during competition and training fights". *Biology of Sports* 2(5): 93-99.

MONTOYE H. J., KEMPER H. C. G., SARIS W. H. M., WASHBURN R. A. (1996), *Measuring physical activity and energy expenditure*. Champaign: Human Kinetics.

PINNINGTON H., DAWSON B., BLANKSBY B. A. (1990), "The energy requirements of water polo". Dins: Draper J (ed.): *Third report on the National Sports Research*. Programa Juliol 1988-Juny 1990, p. 36.

PINNINGTON H., DAWSON B., BLANKSBY B. A. (1988), "Heart rate responses and the estimated energy requirements of playing water polo". *Journal of Human Movement Studies* 15: 101-118.

PLATONOV V. N. (1991), *La adaptación en el deporte*. Barcelona: Paidotribo.

REILLY T., THOMAS V. (1979), *Estimated energy expenditure of professional association footballers*. Ergonomics 22: 541- 548.

RODRÍGUEZ F.A., BANQUELLS M., PONS V., DROBNIC F., GALILEA P. (1992), *A comparative study of blood lactate analytic methods*. Int J Sports Med 13(6): 462-466.

RODRÍGUEZ F. A., IGLESIAS X., TAPIOLAS J. (1994), *Gasto energético y valoración metabólica en el fútbol*. Jornadas Internacionales de Medicina y Fútbol (Premundial 94), San Sebastián/Donostia: pp. 47-64.

RODRÍGUEZ F. A., IGLESIAS X. (1995), *Consumo de oxígeno y frecuencia cardíaca durante el juego en hockey sobre patines*. Libro de resúmenes, 8th FIMS European Sports Medicine Congress. Granada: p. 58.

RODRÍGUEZ F. A., IGLESIAS X., ARTERO V. (1995), *Consumo de oxígeno durante el juego en futbolistas profesionales y aficionados*. Libro de resúmenes, 8th FIMS European Sports Medicine Congress. Granada: p. 119.

RODRÍGUEZ F. A., IGLESIAS X., MARINA M., FADÓ C. (1997), *Physiological demands of elite competitive aerobic: aerobic or anaerobic?* Book of Abstracts, second Annual Congress of the European College of Sport Science, vol. II, pp. 922-923. Copenhagen, Denmark.

RODRÍGUEZ F. A., IGLESIAS X. (1998), "The energy cost of soccer: telemetric oxygen uptake measurements versus heart rate-estimations". *Journal of Sports Sciences* (16)5: 484- 485.

SERRA LI., ARANCETA J., MATAIX J. (1995), *Nutrición y salud pública*. Barcelona: Masson.

SEYFRIED D. (1989), "Pentathlon moderne: Approche énergétique et nutritionnelle de l'épreuve d'escrime". Dins: *Seminaire de bioenergétique: les limites de la performance humaine*. París: pp. 63-68.

ULMER H. V. (1993), "Metabolismo energético". Dins: Schmidt RF, Thews G: *Fisiología humana*. Madrid: Interamericana/McGraw-Hill.

VIRU A. (1984), *La valutazione del carico allenante*. Rivista di Cultura Sportiva 31: 2-8.

VOGELAERE P., BALAGUÉ N., MARTÍNEZ M. (1985), "Fútbol: una aproximación fisiológica". *Apunts Medicina de l'Esport* 86: 103-107.

WEIR J. B. DE V. (1949), *New methods for calculating metabolic rate with specific reference to protein metabolism*. J. Physiol 109: 1-9.

YZAGUIRRE I., BALCELLS M. (1989), "Perfil fisiològic dels practicants d'espeleologia". *Apunts Medicina de l'Esport* 102: 233-245.

ZUNTZ N. (1901), Über die Bedeutung der verjchiedenen Närstoffe als Erzeuger der Muskelkraft. Pflügers Arch Gesamt Physiol 83: 557-571.

La biomecànica com a eina d'anàlisi de la tècnica en barra fixa

Alberto García-Fojeda
Professor de Biomecànica de l'INEFC de Lleida

Michel Marina
Professor de Gimnàstica Artística del INEFC de Lleida

Pere Galán
Bertomeu Munar
Alumnes de 5è curs. INEFC-Lleida

Paraules clau

gimnàstica artística, barra fixa, molí gegant, biomecànica

Abstract

This study is the result of the search for another way to cover collective neeeds in a very specific area: Improvement of technique. Traditionally this has been based on trainer's direct observation and the feelings of the gymnast. Actually, and without wishing to minimise the methods previously mentioned, we have available more precise methods that allows us to offer the trainer more objective results in respect to gymnasium work. One of the most potent methods of studying gymnastic work is biomechanic analysis. This work presents the biomechanic analysis of two gymnastic elements, the giant windmill forwards and backwards, comparing the performance of a highly qualified gymnast and one at the beginner's level. The principal object of this study is to satisfy the technical demands of trainers using a simple model, technological methods accessible and easy to acquire in the domestic market, and a treatment of the data that does not necessarily need someone superspecialized and trained in the biomechanic orbit.

Resum

El treball que aquí presentem sorgeix com una forma més de satisfer la necessitat d'un col·lectiu entorn a un tema molt concret, la millora de la tècnica. Tradicionalment aquesta millora s'ha fet en base a l'observació directa de l'entrenador i a les sensacions del gimnasta. Actualment, malgrat no menysprear les formes anteriorment esmentades, disposem d'uns mètodes molt més precisos que ens permeten oferir a l'entrenador uns resultats més objectius del gest gimnàstic.

Un dels mètodes més potents per estudiar el gest gimnàstic és l'anàlisi biomecànica. Aquest treball realitza l'anàlisi biomecànica de dos elements gimnàstics, el molí gegant cap endavant i cap enrere i compara l'execució d'un gimnasta d'elit, i la d'un gimnasta de nivell d'iniciació. L'objectiu principal d'aquest estudi és el de satisfer les necessitats tècniques dels entrenadors fent servir un model senzill, uns mitjans tecnològics assequibles i fàcils d'adquirir al mercat domèstic i un tractament de les dades que no requereix forçosament de personal superespecialitzat i format en l'àmbit de la biomecànica.

Introducció

El molí gegant, tant endavant com endarrera, és un exercici ineludible i essencial en la gimnàstica artística actual, que ha estat estudiat biomecànicament tant en les paral·leles asimètriques femenines (9, 19) com en la barra fixa (1, 4, 8, 12, 15, 17), anelles (11) i paral·leles masculines (10). En les paral·leles masculines el molí és un element gimnàstic valorat com de dificultat C segons el codi actual de la FIG, per la qual cosa no es pot considerar com a essencial i ineludible malgrat que la pràctica totalitat de les composicions de gimnastes d'elit inclou aquest element o d'altres derivats d'aquest en les paral·leles masculines.

Es pot definir com un gir complet de 360° en el pla anteroposterior que comença i acaba en la vertical invertida. Encara que a la barra fixa figura com a element gimnàstic de dificultat A amb identitat pròpia, en gimnastes de competició es considera com a suport a partir del qual s'introdueixen girs al voltant de l'eix longitudinal, canvis de pressa, tancaments del cos amb cames obertes i tancades, etc. De totes maneres podem dir que el molí acostuma satisfer dos grans objectius genèrics: 1) augmentar la velocitat amb tècnica pròpia d'un molí accelerat, i 2) disminuir la velocitat (fins i tot, insi-

	EDAT (anys)	TALLA (cm)	PES (kg)
M	23	177	75
J	23	167	65

Taula 1. Dades antropomètriques dels subjectes.

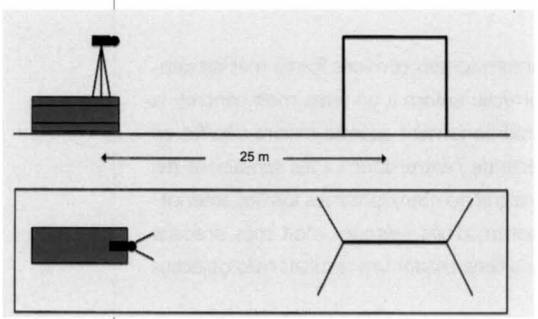


Figura 1. Visió esquemàtica de la ubicació de l'equip de filmació i de la barra fixa.

nuar una aturada) amb tècnica pròpia d'un molí frenat (15). És molt important ressaltar que hi ha tantes tècniques i matisos en l'execució del molí com possibilitats d'enllaç amb altres dificultats gimnàstiques més complexes. Diversos autors estudiaren les diferències entre un molí senzill i un molí de preparació per a diferents variants de deixada* (2, 5). Tanmateix Takei i col. (16) estudiaren, entre d'altres coses, aquells paràmetres biomecànics del molí que condicionen les millors sortides de barra, i confirmen asseveracions d'altres autors (15). Per fi, altres autors analitzaren aspectes específics del molí com a trajectòria del centre de gravetat (4) del moment de força (8, 13) energia mecànica (12) inèrcies (3). Tots aquests estudis reforcen l'opinió que la biomecànica ofereix la possibilitat d'analitzar les variants tècniques del molí amb un nivell de precisió i sensibilitat inassolibles per a l'ull de l'entrenador més expert.

El nostre treball es basa en els estudis de Manoni i col. (9, 10) i Witten i col. (19) que analitzen el molí en paral·leles femenines i masculines. Per això, tal com vam fer nosaltres, fan una anàlisi computeritzada d'un model humà que està configurat per una sèrie de segments. En el present estudi s'analitza cinemàticament el molí cap endavant (d'esquena o "fover") i cap endarrera (de pit o "riper") en la barra fixa, la qual cosa ens permet comparar resultats del mateix element amb d'altres autors en paral·leles asimètriques, i paral·leles i barra fixa masculines.

Objectius

- Proposar un model d'anàlisi biomecànica simplificat que permeti identificar de forma senzilla els paràmetres cinemàtics més rellevants per a la correcta realització tècnica del *riper* i el *fover*.
- Relacionar aquests paràmetres cinemàtics amb les accions musculars i sensacions del gimnasta durant l'execució del *riper* i el *fover*.
- Proporcionar dades quantitatives i informació a l'entrenador i al gimnasta sobre els aspectes a millorar i les possibles causes dels errors comesos.

Material i mètode

Subjectes: S'analitzaren dos subjectes de diferent nivell. El primer que va pertànyer a l'elit de la gimnàstica nacional i el segon té un nivell d'iniciació. Els dos subjectes van fer diversos intents a la barra fixa dels dos tipus de molí a analitzar. Posteriorment es va escollir seguint els criteris tècnics el molí millor executat dels realitzats per ambdós, per ser analitzat. Les dades antropomètriques dels subjectes es presenten a la taula 1.

El material utilitzat en el treball va ser el següent:

- 1 Càmera Sony Hi8
- 1 Codificador de temps Fora Video
- 1 Trípode
- 1 Ordinador PC
- 1 Magnestoscopi Panasonic AG 7350
- 1 Targeta digitalitzadora Video Blaster 100
- 1 Monitor Panasonic
- Programa de fotogrametria KWON 3D V.2.1
- 1 Objecte control

Es va fer servir el mètode de mesura indirecta de les imatges prèviament gravades en cintes de video, amb tècniques fotogramètriques. A continuació s'explica amb més detall el tipus d'objecte control, l'escenari de la filmació, i les fases del mètode usat.

Objecte control

En ser una anàlisi bidimensional del moviment, l'objecte control que es va fer servir va ser una barra de 2,43 m de longitud, col·locada horitzontalment, que cobria la major part de l'espai on posteriorment es va realitzar l'acció.

Escenari

L'escenari de filmació va ser el mòdul del pavelló *Jeroni Saura* de l'INEFC de Lleida. La ubicació de la càmera es va fer de tal manera que el seu eix òptic coincidís amb l'eix longitudinal de la barra, perquè d'aquesta manera, el pla principal del moviment, quedés perpendicular a l'eix òptic de la càmera. La distància entre càmera i pla de moviment va ser de 25 m per evitar els errors de perspectiva, que es produeixen en les anàlisis 2D (fig. 1).

Fases de filmació i anàlisi de les imatges

Es va fer amb una càmera Sony de Hi-8 al Pavelló de l'INEFC. La càmera filmava a una velocitat de 50 Hz. El temps d'exposició va ser de 1/1000 s. Les condicions de llum van ser estudiades i corregides, perquè no hi hagués cap problema en la posterior anàlisi.

a) Filmació: En primer lloc es va filmar l'objecte control, situat perpendicular a la barra i a la mateixa altura. Amb posterioritat es van filmar les dues persones fent diversos intents de cada tipus de molí.

b) Anàlisi de les imatges: Es va passar la cinta de Hi8 a una cinta SVHS, durant aquest mateix procés, es va insertar un

* Deixada és l'acció de deixar-se anar de la barra per realitzar un element acrobàtic i tornar-s'hi a agafar.

codi de temps per facilitar la localització de cada un dels fotogrames. Posteriorment es va procedir a elegir els moviments a analitzar (dos de cada subjecte) i anotar els codis de temps corresponents al conjunt de camps inclosos des de l'inici fins al final de cada execució. D'aquesta manera la gestió de la digitalització es va fer en base als codis de temps de cada camp.

c) *Creació d'un model mecànic:* Per simplificar l'estudi biomecànic del cos es va crear un model compost per 11 punts corporals que a la vegada definien 8 segments. Als segments bilaterals, se'ls va assignar seguint els criteris de Chandler i col (3), el doble de la massa que els corresponia, en estar analitzats només en la part dreta o esquerra del gimnasta. És important precisar que en el nostre model, a l'igual que en el que va utilitzar Manoni (9) el tronc ha estat definit com un segment rígid, sense possibilitat de moviment, que unia les espatlles i els malucs. Els diferents segments van ser definits per la unió de dos punts articulats, que en el cas del nostre treball foren els de la taula 2 i la figura 2.

d) *Creació d'un màster:* El màster gestiona el procés de digitalització i de càlcul de les dades obtingudes de les filmacions. En el màster s'introduïren les condicions de filmació i de càlcul:
Sistema de filmació: Video
Nombre de càmeres: 1
Velocitat film.: 50 Hz
Ratio espai vert/hor. 1/1
Fotogrames analitzats 1/1
Nom del model usat: Molí
Angles segmentaris: Tots els segments pel que fa a l'horitzontal, angles entre segments adjacents, i angles de segments imaginaris mans-espatlla, i malucs-peus.
Tipus de filtre: Butterworth 4t Ordre 6 Hz de Freqüència de tall.
Fases del moviment: Divisió del conjunt en octants.

e) *Digitalització:* Va consistir a assignar les coordenades planes a cada un dels punts articulars de cada un dels camps dels fotogrames que componien el moviment, i de l'objecte control. Es va fer amb el programa KWON3D i una targeta Video Blaster 100.

f) *Processament de les dades:* Les dades obtingudes de la digitalització foren processades el programa KWON3D, i utilitzaren les corresponents escales per a l'obtenció de les mesures reals. Les coordenades crues foren filtrades utilitzant els filtres de Butterworth de 4t ordre i 6 Hz de freqüència. Amb l'objecte de simplificar el processament de les dades es consideraren els braços i les cames com a elements rígids no deformables en extensió completa de 180°. Aquesta simplificació reforça un dels criteris tècnics més elementals del molí: en cap moment ni els braços ni les cames es poden flexionar. Per tant el model del cos humà sobre el qual hem tret totes les dades constarà de tres segments: cama (des del maluc fins el turmell), tronc (des del maluc fins a l'espatlla) i braç (des de l'espatlla fins a la punta dels dits de la mà). Pel que fa a la consideració del tronc com a element no deformable s'ha de reconèixer que encara que a nivell d'iniciació no té molta transcendència, sí que la té si haguéssim d'analitzar i comparar gimnastes d'elit en actiu, ja que ells sí que mobilitzen el tronc de forma important en aquest moviment. De la unió d'aquests tres segments resultaran dos angles: angle tronc-cames i angle tronc-braços. Sobre aquests angles hem basat l'estudi de la posició angular del gimnasta durant tot el moviment. Les variables considerades com a més rellevants i informatives sobre la realització del *riper* i el *fover* foren:

- Velocitat lineal
- Posició angular
- Velocitat angular
- Trajectòria del centre de gravetat

Aquestes variables influeixen les unes sobre les altres i no poden estudiar-se de manera separada, perquè en la majoria de les ocasions tenen una relació causa-efecte. Un tancament de l'angle tronc-cames, provoca un apropament del centre de gravetat a la barra, manifestant-se una reducció del radi de gir, la qual cosa redundaria automàticament en un marcat augment de la velocitat de les cames i amb elles la de tot el sistema.

g) *Fases del moviment:* La circumferència que dibuixa el gimnasta en fer un molí es va dividir en vuit octants (fig. 3). D'a-

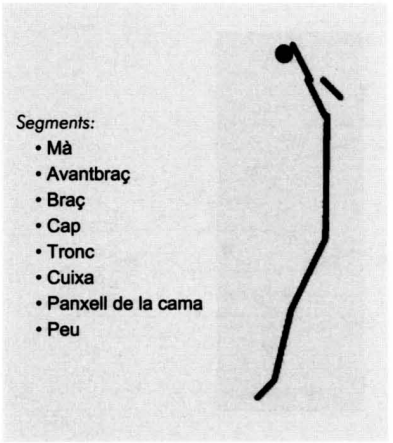


Figura 2. Presentació esquemàtica dels segments utilitzats en l'estudi.

SEGMENT	DISTAL	PROXIMAL
Mà	3r metac.	Canell
Avantbraç	Canell	Colze
Tronc	Colze	Espatlla
Cama	Espatlla	Maluc
Panxell de	Genoll	Maluc
la cama	Turmell	Genoll
Peu	Punta peu	Taló
Cap	Vèrtex	Coll

Taula 2. Definició dels segments a partir de la unió de 2 punts articulats.

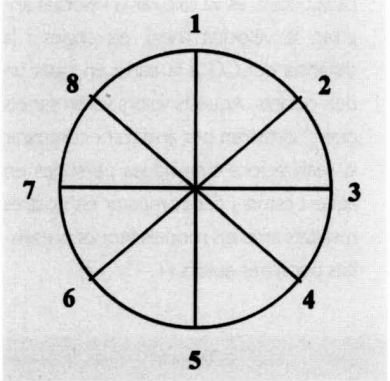


Figura 3. Sectors utilitzats per a l'anàlisi del molí.

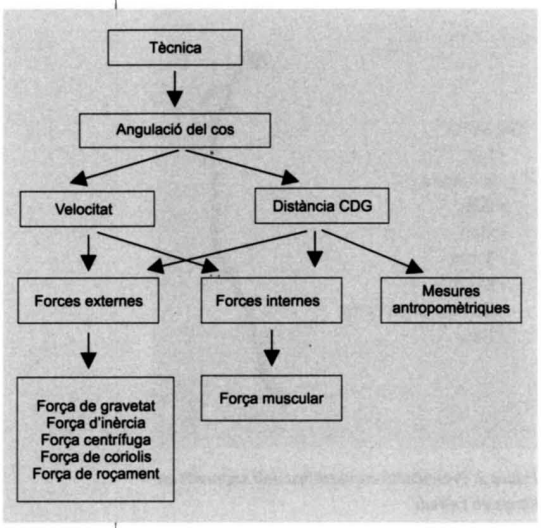


Figura 4. Diagrama d'eficàcia mecànica (Hay, 1980) adaptat per aquest treball.

questa manera vam poder comparar totes les variables que afecten al moviment en cada un dels octants i en cada un dels subjectes. El fotograma representant de cada octant va ser aquell que tenia el centre de gravetat més a prop de la línia divisòria imaginària. Una vegada coneguts els fotogrames que representaven a cada octant, es va calcular la velocitat angular, la velocitat lineal, els angles i la distància del CG a la barra en cada un dels octants. Aquests valors varen ser els que s'utilitzaren per analitzar i comparar la realitzacions d'ambdues persones en aquest estudi i per comparar els nostres resultats amb els models teòrics presentats per altres autors (1, 15, 17).

Per a la realització d'aquest estudi era fonamental el coneixement de les variables de tipus mecànic que afecten a l'execució del molí gegant, i per això es va adaptar un diagrama d'eficàcia mecànica de Hay (6) per a aquest treball (fig. 4).

Resultats

Els resultats obtinguts, queden expressats de forma resumida en les taules 3 i 4. Aquests resultats fan referència a les angulacions de braços respecte del tronc (fig. 5), del tronc respecte a les cames (fig. 6), a la velocitat angular (ω) dels segments simplificats braços, cames i tronc (fig. 7), i a la distància del centre de gravetat pel que fa a la barra. (fig. 8) Aquest valors estan expressats en ° (graus) per als angles i rad/s per a les velocitats angulars, i cm per a la distància del CG respecte de la barra.

FOVER

S'observa una angulació de braços-tronc superior en totes les fases del moviment analitzat en el sujecte M respecte a la del subjecte J, excepte en els dos últims octants. L'angulació més pròxima a 180° (màxima extensió) s'observa en els octants 2 i 6 per al subjecte M i en l'octant 3 i 6 per al subjecte J.

L'angle tronc-cames té un alt grau d'estabilitat en el subjecte M en tots els octants excepte en els dos últims i aconsegueix el seu valor màxim (207,5°) en l'octant 5 i el seu valor mínim (137,4°) en l'octant 7. En el subjecte J el valor màxim i mínim de l'angle tronc-cames es registra en els mateixos octants que el subjecte M tot i que s'aprecia una major variabilitat d'aquest valor al llarg de tot el moviment.

S'observa que el subjecte M manté uns valors estables de ω de cames fins al octant 4. A continuació es produeix un gran augment (6,5 rad/s en l'octant 5). En els octants 6 i 7 es produeix una caiguda de ω (0,9-1,1 rad/s) per augmentar en l'últim octant del moviment (5,6 rad/s). El subjecte J segueix un patró similar de moviment a M, tot i que el valor màxim l'obté en l'octant 4 (6,3 rad/s enlloc del 5 com M.

Si observem les distàncies del CG pel que fa a la barra cal tenir present la major talla del subjecte M, la qual cosa condiciona inicialment aquesta longitud. El subjecte M obté la seva màxima distància en l'octant 4 i 5 (107,4 i 103,8 cm), mentre que J els obté en l'octant 5 i 6 (98,5 i 100,2 cm).

RIPER

La major angulació braços tronc s'observa en l'octant 3 (174,8°) i (174,5°) per al subjecte M, mentre que el subjecte J va obtenir els seus valors màxims en l'octant 2 (177,5°) i 1 (174,5°). Quant a l'angulació de tronc- cames s'observa la major obertura en l'octant 5 (221,5°) en M i en l'octant 4 en J (200,6°). Així mateix els valors mínims d'aquesta angulació es registren en l'octant 2 (171,2°) per a M i en l'octant 7 per a J (126,4°). L'angulació tronc-cames és sempre superior en M en comparació amb J, excepte en l'octant 4.

SUBJECTES M i J	I OCTANT		II OCTANT		III OCTANT		IV OCTANT		V OCTANT		VI OCTANT		VII OCTANT		VIII OCTANT	
	M	J	M	J	M	J	M	J	M	J	M	J	M	J	M	J
< Braços-tronc (°)	153,6	140,4	175,9	165,1	174,1	170,4	167,7	167,1	171,8	166,5	175,7	175,9	159,6	162,8	110,6	123,1
< Tronc-cames (°)	184,4	179,4	185,9	178,1	178,0	178,8	179,6	188,9	207,5	207,4	184,4	178,9	137,4	144,9	176,0	167,2
ω braços (rad/s)	0	1,7	3,3	2,5	4,3	3,7	4,5	4,7	3,9	4,9	5,8	5,3	5,5	5,1	3,7	4,1
ω cama (rad/s)	2,1	3,2	2,4	3,1	2,9	4,2	6,4	6,3	6,5	5,5	0,9	0,1	1,1	2,7	5,6	4,6
ω tronc (rad/s)	2,4	3,2	3	2,6	3,4	3,9	4,3	3,6	5,2	5,6	5,1	6,0	3,3	4,5	3,0	2,4
Dist. CDG (cm)	90,7	83,2	95,7	90,3	102,7	95,7	107,4	97,1	103,8	98,5	102,5	100,2	97,1	94,8	80,2	83,1

Taula 3. Molí gegant cap endavant (d'esquena o "fover"). Angles intersegmentaris, velocitats angulars i distància del centre de gravetat (CG) a la barra en cada un dels octants. Subjectes: Michel (M) i Joël (J).

La variabilitat de ω de braços és molt superior en el subjecte M en els octants 4-5 i 6. No s'observa alteracions tan marcades en el subjecte J. La ω de cames aconsegueix el seu valor màxim en l'octant 6 tant per a M (12 rad/s) com per a J (9,2 rad/s). No obstant el major increment de ω de les cames del subjecte M es localitza entre els octants 5 i 6, lloc on J obté els increments mínims. J aconsegueix el màxim increment de ω cames entre els octants 4 i 5. La màxima ω de tronc es localitza en l'octant 7 per a M (7,7 rad/s) i en l'octant 2 i 6 per a J (5,2 rad/s). La distància del CG pel que fa a la barra és superior en els octants corresponents a la primera meitat del moviment (baixada) per a M en comparació amb J, i inferiors a partir de l'octant 6 (pujada) en M en comparació amb J.

Discussió

FOVER

Si observem la informació numèrica que figura a la taula 3 podem destacar-ne alguns aspectes. En el 2n octant el subjecte M té una angulació de braços-tronc i tronc-cames superior a la de J. Això és el reflex d'una major acció d'empenyiment de la barra per part d'M. Aquest més gran empenyiment permet augmentar la distància CG respecte de la barra, augmentar el moment de força (7, 8, 13) i generar una major energia i velocitat angular del cos (12), durant els octants següents corresponents a la baixada com així passa a la realitat. En l'octant 5 (en passar per la vertical de la barra), es registra una angulació tronc-cames i braços-tronc sorprenentment similar. Reflexen ambdós valors una hiperextensió del cos. Aquesta apreciació es correspon amb el model d'execució considerat com ideal (1, 15, 18). En els octants 7 i 8 s'observa una angulació de braços-tronc sempre quelcom superior en M que en J però que es veu compensada per una angulació tronc-cames sempre menor (més extensió) en M que en J. En termes d'execució aquesta informació ens permet deduir una major mobilització d'intervenció dels braços i espatlles per part d'M en comparació amb J que es caracteritza per recórrer en major mesura a la mobilització dels malucs i cames, la qual cosa és un indicador d'error d'execució. També, pel que fa a la velocitat angular de cada segment destaca en la fase de baixada del *fover* una major velocitat angular del tronc d'M en el 4t octant, que no és més que la conseqüència de l'acció d'empenyiment que s'ha comentat amb anterioritat. S'aprecia una velocitat angular del tronc i de les cames menors en M en les fases inicials de la pujada (octants 6-7) mentre que la situació s'inverteix quan ambdós s'aproximen al recolzament invertit. Aquestes diferències són a causa que el subjecte M fa una transició més marcada entre la hiperextensió del cos, característica de l'octant 5, i la posició de "cullera" de l'octant 6, que optimitzarà a posteriori un millor llançament de les cames per darrera i cap amunt. Tot això permet una velocitat de pas pel recolzament invertit superior en M acompanyada d'una extensió del cos més propera a l'ideal.

RIPER

A l'octant 1 i 2 l'angulació braços-tronc és menor en M que en J, la qual cosa reflecteix un millor manteniment de la posició de cullera en l'inici de la baixada que preconitzen tots els entrenadors –en l'argot de l'entrenament diari s'utilitza l'expressió de "baixar de puntes i no de pit"–. Mentre que la situació s'inverteix en la fase final de la baixada (octants 3-4 i sobretot 5) i, fins i tot, l'inici de la pujada (octant 6). La situació inversa s'observa en l'angulació tronc-cames, on aquesta sempre és superior (reflex d'una major extensió del maluc) en els octants 1-2 i 3, per ser inferior en l'octant 4. L'extensió del maluc més constant i mantinguda del subjecte M amb respecte a J, és possible gràcies a la mobilització i intervenció de les espatlles del primer. La hiperextensió del maluc més marcada de J a l'octant 4 no és més que el reflex de l'anticipació en la relaxació abdominal pel que fa al moment òptim (octant 5) propi del model ideal d'execució. A l'octant 5 les diferències entre subjectes en l'esmentada angulació torna a ser notòria a favor del subjecte M, fet que permet deduir un nivell de tensió muscular superior en aquest, que afavorirà la puntada de peu/llençament de cames cap amunt i cap a dalt en els octants veniders. Durant la fase de pujada del *riper* (octants 7 i 8) destaquen angulacions tronc-cames superiors

SUBJECTES M I J	I OCTANT		II OCTANT		III OCTANT		IV OCTANT		V OCTANT		VI OCTANT		VII OCTANT		VIII OCTANT	
	M	J	M	J	M	J	M	J	M	J	M	J	M	J	M	J
< Braços-tronc (º)	142,1	174,4	161,0	177,5	174,8	172,2	170,6	167,5	172,8	170,1	174,5	160,0	132,4	157,9	112,7	153,4
< Tronc-cames (º)	178,5	151,1	171,2	151,2	176,6	163,6	192,4	200,6	221,5	198,9	182,9	142,1	135,5	126,4	185,7	154,3
ω braços (rad/s)	3,9	2,1	3,9	2,8	4,5	3,3	4,4	4,7	6,1	4,7	2,8	3,2	4,4	4,9	5	3,9
ω cama (rad/s)	2,5	1,1	2,1	2,7	2,8	1,3	2,1	1,5	4,2	9,1	12	9,2	3,2	4,4	1,9	1,4
ω tronc (rad/s)	0,9	1,7	3	2,3	3,6	5,2	5,1	4,6	4,4	3,8	5,5	5,2	7,7	4,5	3,1	0,9
Dist. CDG (cm)	96,3	87,4	99,5	90,5	100,3	98,5	105,8	100,1	104,2	100,8	106,1	99,7	84,6	84,9	82,2	87,3

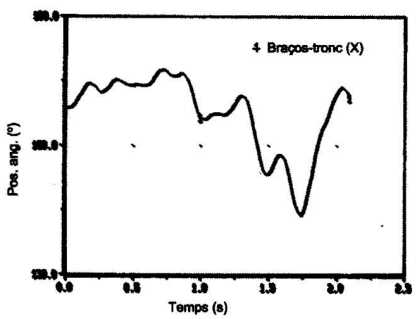
Taula 4. Molí cap endarrera (de pit o riper). Angles intersegmentaris, velocitats angulars i distància del centre de gravetat (CG) a la barra en cada un dels octants. Subjectes: Michel (M) i Joël (J).

i per tant sempre més properes a l'extensió en M que en J, mentre que la situació inversa s'aprecia en l'angle braços-tronc, sempre major en J. Una vegada més es reflecteix com J no és capaç de generar les impulsions necessàries a partir de l'acció de braços i espatlles. També cal tenir present que una major angulació de braços en M permet escurçar amb més eficàcia la distància del CG pel que fa a la barra. Aquest factor és molt important a l'hora de facilitar majors velocitats angulars durant la fase de pujada envers el recolzament invertit (1, 4, 6). Quant a les velocitats angulars segmentàries cal destacar els valors superiors de les cames i el tronc del subjecte M en l'octant 4, que no és més que la conseqüència d'una millor col·locació del cos i l'acció d'empènyer la barra per allunyar el CG de la barra i augmentar així el moment de força en els octants anteriors (1, 4, 8, 13). No obstant en l'octant 5 es registra un augment molt marcat de la velocitat angular de les cames de J en comparació amb les d'M. Situació que sí que es verifica en M, fins i tot en major grau, però en l'octant 6. Això no és més que la conseqüència d'una prematura relaxació abdominal (també anomenada tempo 1) de J que el fa anticipar al llançament de les cames, que com veurem a continuació tindrà les seves nefastes conseqüències a l'hora d'aconseguir una ω del cos elevada en passar pel recolzament invertit. La velocitat angular del tronc molt superior d'M en l'octant 7, el que fa es refrendar superiors velocitats dels altres segments en el subjecte M quan aquest està molt proper al pas pel recolzament invertit (octant 8) i que no són més que el resultat d'haver-se beneficiat de: 1) una obertura d'angles més tardana, que ha facilitat 2) un inici del llançament de les cames després de passar per la vertical de la barra, i no abans, com passa amb el subjecte J, i 3) d'una retroversió de braços molt superior en M en comparació amb J.

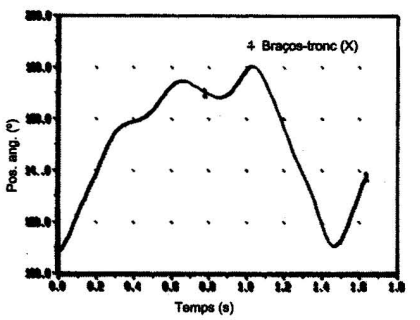
Conclusions

L'execució tècnica que fa M s'apropa molt a la que es descriu en la bibliografia com a tècnica correcta, tant en el molí gegant cap endavant com en el molí gegant cap endarrera (1, 14, 15, 17). En el cas de J veiem com els seus moviments, s'allunyen molt més del model tècnic, encara que aquestes diferències són producte del poc temps de pràctica.

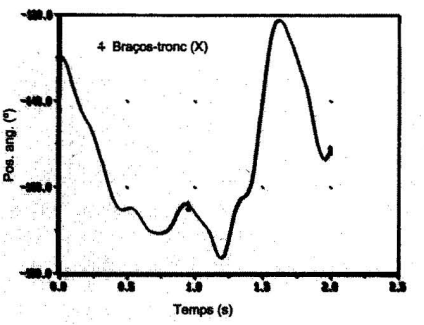
Podem dir que la simplificació del model mecànic utilitzat en aquest treball, facilita l'obtenció de la informació sobre els paràmetres cinemàtics estudiats, i al mateix temps posseeix la sensibilitat i precisió suficients per analitzar i observar les execucions d'aquests moviments i d'aquesta forma ajudar en la millora de la tècnica d'execució dels gimnastes.



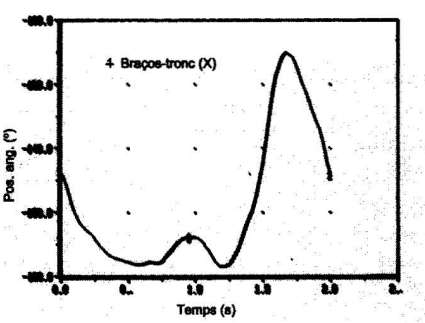
Gràfic A. Riper subjecte principiant (J).



Gràfic B. Riper subjecte experimentat (M).

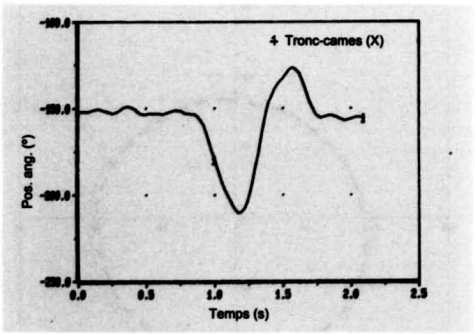


Gràfic C. Fover subjecte principiant (J).

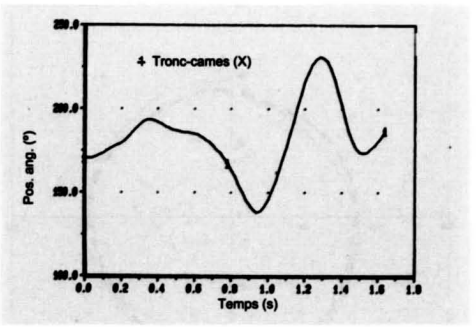


Gràfic D. Fover subjecte experimentat (M).

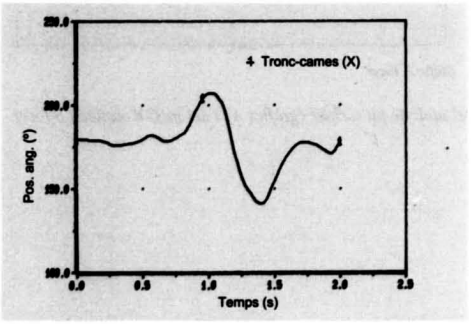
Figura 5. Angulacions dels braços respecte al tronc durant la realització del molí de pit o riper (gràfics A i B) i del molí d'esquena o fover (gràfics C i D). Els gràfics A i C corresponen a les execucions del subjecte principiant (J), mentre que els gràfics B i D corresponen a les del subjecte experimentat (M).



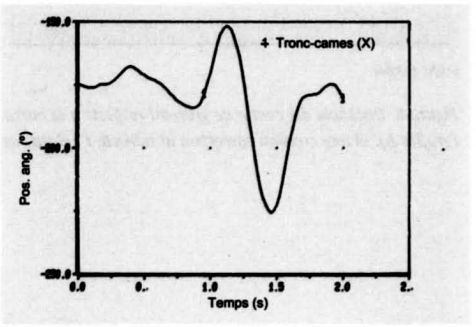
Gràfic A. Riper subjecte principiant (J).



Gràfic B. Riper subjecte experimentat (M).

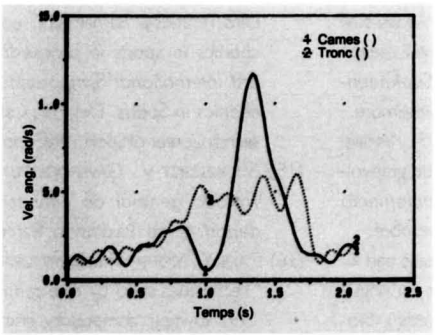


Gràfic C. Fover subjete principiant (J).

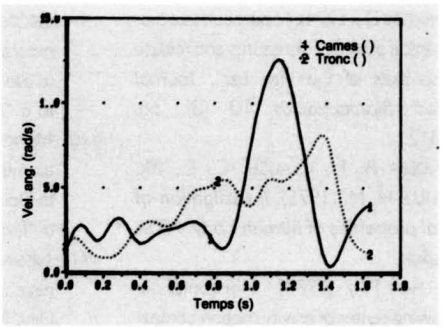


Gràfic D. Fover subjete experimentat (M).

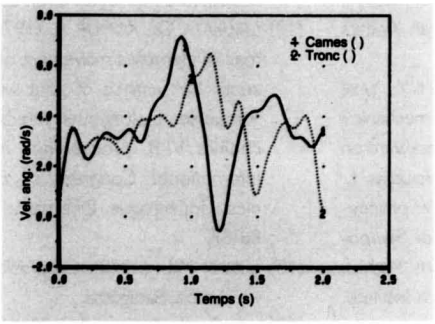
Figura 6. Angulacions del tronc respecte a les cames durant la realització del molí de pit o riper (gràfics A i B) i del molí d'esquena o fover (gràfics C i D). Els gràfics A i C corresponen a les execucions del subjecte principiant (J), mentre que els gràfics B i D corresponen a les del subjecte experimentat (M).



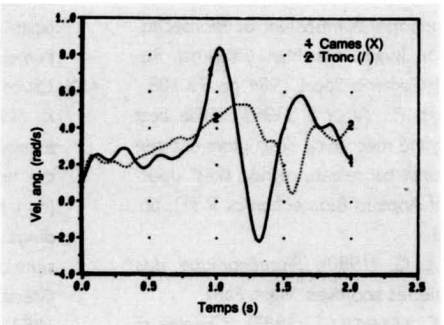
Gràfic A. Riper subjecte principiant (J).



Gràfic B. Riper subjecte experimental (M).

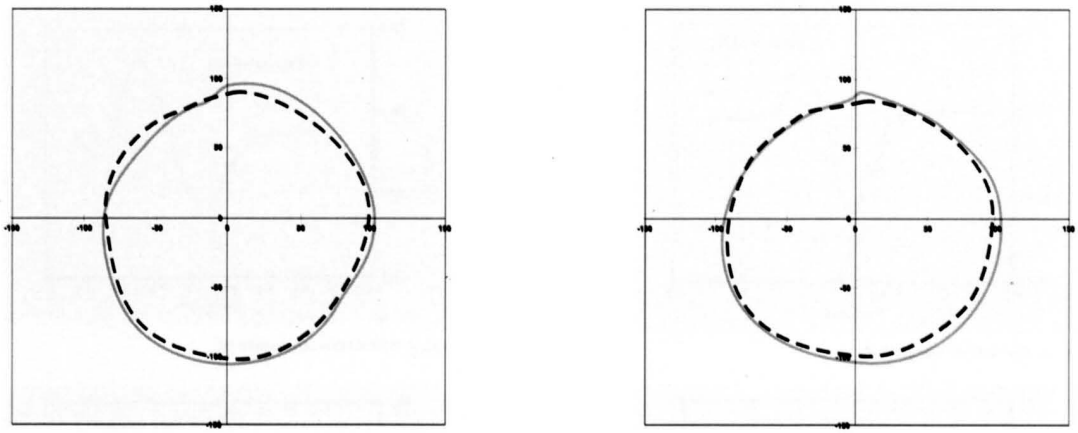


Gràfic C. Fover subjecte principiant (J).



Gràfic D. Fover subjecte experimental (M).

Figura 7. Velocitats angulars del tronc (traç de punts) i de les cames (traç continu) en funció del temps, durant la realització del molí de pit o riper (gràfics A i B) i del molí d'esquena o fover (gràfics C i D). Els gràfics A i C corresponen a les execucions del subjecte principiant (J), mentre que els gràfics B i D corresponen a les del subjecte experimental (M).



Gràfic A. Riper. *Gràfic B. Fover.*

Figura 8. Distància del centre de gravetat respecte a la barra durant la realització del molí de pit o riper (gràfics A) i del molí d'esquena o fover (gràfics B). El traç continu correspon al subjecte J i el traç de punts al subjecte M.

Bibliografia

(1) BOLLEN J., HABAY B. (1980), "Notion mécanique appliquées au topur d'appui facial arrière". *Revue de l'éducation physique 20 (1)*, pp. 14-17.

(2) BEGGEMANN G. P., CHEETHAM P. J., ALP i ARAMPATZIS D. (1994), "Approach to a biomechanical profile of dismounts and release regrasp skills of the high bar". *Journal Applied Biomechanics 10 (3)*, pp. 291-312.

(3) CHANDLER R. F., CLAUSER C. E., MC CONVILLE H. M. (1975), *Investigation of inertial properties of human body*. NTSI, Springfield.

(4) CHEETHAM P. J. (1984), "Horizontal bar giant swing center of gravity motion comparisons". Dins Terauds J. *et al.* (ed.). *Sports Biomechanics: proceedings of the 2nd International Symposium of Biomechanics in Sports*. Del Mar, Califòrnia. Research Center of Sport, 1984, pp. 99-108.

(5) GERVAIS P., TALLY F. (1993), "The beat swing and mechanical descriptors of three horizontal bar release-regrasp skills". *Journal of Applied Biomechanics 9 (1)*, pp. 66-83.

(6) HAY J. G. (1980), *Biomécanique des techniques sportives*. Vigot. París.

(7) ISHII K., KOMATSU T. (1987), "Changes of kinematic parameters and force on the horizontal bar backward giant swing". Dins Hoshizaki T. B., Salmela J. H., Petiot B.: "Diagnotics, treatment and analysis of gymnastic talen". Montreal, *Sport Psyche Editions*, pp. 107-117.

(8) KOPP P., REID J. G. (1980), "Force and Torque analysis of giant swings on the horizontal bar". *Canadian Journal of Applied Sports Science 5 (2)*, pp. 98-102.

(9) MANONI A., CARVELLI E., MALLOZZI L., GROSSO F., MILANI M. (1991), "Analisi biomeccanica di sette granvolte frontali eseguite alle parallele asimmetriche". *Suplemento a "Il gimnasta" núm. 12*. Desembre.

(10) MANONI A., LATERZA, E. (1993), "Analisi biomeccanica comparativa fra due granvolte indietro alle parallele pari". *Suplemento a "Il gimnasta" núm. 11*. Novembre.

(11) NISSINEN M. A. (1983), "Kinematic and kinetic analysis of the giant swing on rings". Dins Matsui H., Kobayashi K. (eds.), *Biomechanics VIII A & B: proceedings of the 8th Congress of Biomechanics*. Nagoya, Japan. Champaign Illinois, Human Kinetics Publishers 1981, pp. 781-786

(12) OKAMTO A., SAKURAI S., IKEGAMI Y., YABE K. (1989), "The changes in mechanical energy during the giant swing backward on the horizontal bar". Dins Tsarouchas L. (ed.). *Biomechanics in sports V: proceedings of the 5 th International Symposium on Biomechanics in Sports*. Atenas, Grècia. Hellenic Sports Research Institute, 1987, pp. 338-345.

(13) OKAMTO A., SAKURAI S., IKEGAMI Y., YABE K. (1990), "Moment of force and mechanical power in giant swing on the horizontal bar". Dins Kreighbaum E., McNeil A. (eds.), *Biomechanics in sports VI: proceedings of the 6 th International Symposium on Biomechanics in Sports*. Bozeman, Montana. International Society of Biomechanics in Sports, 1988, pp. 99-108.

(14) PRASSAS S.G., KELLEY D.L. (1985), "Mechanical analysis of the inverted giant swing". Dins Terauds J., Barham J.N. (eds.), *Biomechanics in sports II: proceedings of the 3rd International Symposium of Biomechanics in Sports*. Del Mar, California. Research Center of Sport, 1985, pp. 218-226.

(15) SMOLEUSKIY V., GAVERDOUSKIY I. (1996), *Tratado general de gimnasia artística deportiva*. Ed. Paidotribo. Barcelona.

(16) TAKEI Y., NOHARA H., KAMIMURA M. (1992), "Techniques used by elite gymnasts in the 1992 olympic compulsory dismount from the horizontal bar". *International Journal of Sport Biomechanics 8 (3)*, pp. 207-232.

(17) UBUKATA O., KOMOR A. (1977), "Dynamics of gymnast's movement on the horizontal bar: analysis of giant swing". Dins Asmunssen E., Jorgensen K (eds.), *Biomechanics VI-B: proceedings of the 6th International Congress of Biomechanics*. Copenhague, Dinamarca, 1977, pp. 86-87.

(18) UKRAN M.L. (1978), *Gimnasia Deportiva*. Acríbia. Saragossa.

(19) WITTEN A., BROWN E. (1996), "Kinematic and Kinetic Analysis of the Overgrip Giant Swing on the Uneven Parallel Bars". *Journal of Applied Biomechanics* per Human Kinetics Publishers, Inc.

Valoració i entrenament de la força-resistència abdominal: validesa comparativa i reproductibilitat de tres proves d'avaluació en tennistes

Narcís Gusi
Doctor en Ciències de la Educació

Juan Pedro Fuentes
Llicenciat en Educació Física
Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Extremadura (Cáceres)

Paraules clau
condició física, avaluació, entrenament, tennis

Abstract

The reproduction and the application of the tests carried out during 30 seconds at the following maximum intensity was studied: 1) sit-up with knees bent at 90º, 2) bend overs and 3) body rotations. This was done 3 times with 23 tennis players between 14 and 16 years of age (15 women and 8 men) calculating a) methodical error (ME); b) coefficient of variation (V) associated to ME; c) coefficient of intraclass correlation (ICC); and d) r of Pearson. Conclusions: 1) the sex had no significant effect in any of the 3 tests; 2) the bend overs are the best test to evaluate or develop abdominal strength/resistance; 3) the evaluation via sit up or bend over tests need a prior run through; 4) the bend overs (ICC=0.97) and sit-up (ICC=0.95) were highly reproductable and with V lower among the different applications; 5) the evaluation of the body rotations need another alternative test.

Resum

Es va estudiar la reproductibilitat i l'aplicabilitat de les proves efectuades durant 30 segons a la màxima intensitat següents: 1) "sit-up amb genolls flexionats" 90º, 2) encorbades, i 3) rotacions de tronc. Es va aplicar cada una 3 vegades en 23 tennistes de 14 a 16 anys (15 dones i 8 homes) calculant-se: *a*) Error Metòdic (ME); *b*) Coeficient de variació (V) associat al ME; *c*) Coeficient de correlació interclasse (ICC) i *d*) *r* de Pearson. *Conclusions:* 1) El sexe no va afectar significativament en cap de les tres proves; 2) Les encorbades són la prova d'elecció per valorar o desenvolupar la força-resistència abdominal; 3) La valoració mitjançant les proves de sit-up o encorbades requereixen un assaig previ; 4) Les encorbades (ICC = 0,97) i "sit-up" (ICC = 0,95) van ser altament reproductibles i amb V baixos entre les diferents aplicacions; 5) La valoració dels rotadors del tronc requereix una altra prova alternativa.

Introducció

El desenvolupament i la valoració de la força-resistència de la musculatura de la regió abdominal (abdominals, oblics i psoas-ilíaco) és rellevant en l'àmbit de l'educació física i esportiva tant per la seva contribució al rendiment esportiu com, sobretot, a la promoció de la salut (fonamentalment per la seva intervenció en el control de la curvatura de la columna baixa i la seva relació amb determinats problemes de l'esquena). Però per poder programar i controlar adequadament el procés del seu entrenament o desenvolupament cal avaluar el nivell inicial i els seus canvis. Tanmateix, la medició i posterior avaluació de la força-resistència abdominal planteja controvèrsies importants entre els especialistes (Faulkner i col., 1989, Gusi i col., 1995). Gran part de la controvèrsia és a causa de l'existència de diferents flexors de la columna (recte anterior de l'abdomen, psoas-ilíac i oblics). Per altra banda, l'avaluació seqüencial del procés d'entrenament requereix que els resultats aportats per les proves de medició emprades siguin constants en el temps, és a dir que no variïn significativament d'un dia a l'altre

excepte si s'ha aplicat un determinat tractament (entrenament, medicament, etc) els efectes del qual desitgem avaluar. Aquesta constància de valors en el temps és anomenada fiabilitat intra-observador (reproductibilitat) i és un dels criteris bàsics per a l'elecció del protocol de la prova de medició ja que permet comparar els valors obtinguts en diferents moments del procés d'entrenament.

L'objectiu d'aquest estudi és examinar la reproductibilitat i l'aplicabilitat en l'entrenament esportiu i l'escola de tres de les proves d'avaluació de la força-resistència abdominal més utilitzades.

Material i mètodes

Es van estudiar 23 tennistes (8 homes i 15 dones) de nivell mitjà. La seva edat oscil·lava entre els 14 i 16 anys (14,7± 0,9 anys). Els subjectes, després de ser informats adequadament de l'estudi, es van sotmetre voluntàriament amb el consentiment dels seus tutors legals a efectuar les proves incloses en l'estudi. Els voluntaris executaren de forma randomitzada tres vegades les següents proves:

a) *Sit-up*. En la posició inicial el subjecte es troba estès en decúbit supí, els genolls en flexió de 90° amb la planta dels peus tocant a terra i les mans entrecreuades darrera el cap. Un ajudant manté els peus fixos en la màrfega. En aquest moment, l'examinador indica el començament de la prova consistent a efectuar durant 30 segons el nombre màxim de cicles de flexió-extensió de malucs tocant amb els colzes el genoll en la flexió i l'esquena a terra en l'extensió. Aquest protocol s'integra en la bateria Eurofit (Prat i col., 1993).

PROVA	n	MITJANA	d.e.	MÍNIM	MÀXIM
Rotacions 1	23	31,1	4,5	25	41
Rotacions 2	23	34,6	4,0	29	43
Rotacions 3	23	37,0	4,0	30	47
Sit-up 1	23	22,0	3,8	14	31
Sit-up 2	23	23,4	3,2	18	31
Sit-up 3	23	23,6	3,4	18	30
Encorbades 1	23	25,1	7,7	13	38
Encorbades 2	23	27,9	7,1	14	39
Encorbades 3	23	28,6	6,4	15	38

n: 23 tennistes 14 a 16 anys; d.e.: desviació estàndard.

Taula 1. Dades obtingude en tres aplicacions de tres probes destinades a mesurar la força-resistència abdominal.

b) *Encorbades*. Inicialment l'examinat s'estira a la màrfega, en posició supina amb els genolls en flexió de 90°, les plantes dels peus i el cap tocant la màrfega. Els membres superiors estirats al costat del cos, i els palmells de les mans en contacte amb la màrfega. L'examinat ha de fer en 30 segons el nombre màxim de cicles de flexió-extensió de tronc fent moure les mans amunt i avall 12 cm en contacte permanent amb la màrfega i en l'extensió el subjecte toca amb el cap la màrfega.

c) *Torsions de tronc*. En primer lloc es disposen dues superfícies planes perpendiculars a terra distanciades per l'envergadura de l'individu. El subjecte s'asseu entre ambdues superfícies amb les cames obertes 90° que són fixades a la màrfega per un ajudant. Se li demana al subjecte que toqui el nombre màxim de vegades possible en 30 segons alternativament cada una de les superfícies amb les dues mans simultàniament sense inclinar el tronc.

Les tres proves les va administrar el mateix examinador en la mateixa instal·lació i amb el mateix material (màrfegues i cronòmetre). Les proves es van fer sense escalfament previ (per evitar que afectés de forma diferent a cada individu), amb un descans intermig d'almenys 24 hores entre proves, i durant un període màxim de 3 setmanes amb el propòsit de minimitzar els possibles canvis a causa de l'entrenament. Tanmateix, no es van incloure en l'entrenament càrregues que poguessin afectar rellevantment al rendiment en les esmentades proves.

Les dades s'analitzaren gràficament i estadísticament amb el paquet estadístic SPSSPC (v. 6.1. per a Windows). Després d'una primera anàlisi descriptiva (gràfica, prova de normalitat de Kolgomorov-Smirnov, homosceïtat, mitjanes, desviació estàndard –d.e–) es va dictaminar l'oportunitat de fer un estudi paramètric de les dades de forma general (n = 23 tennistes) i no paramètric per analitzar les diferències entre sexes a causa de les grans diferències de les mostres preses d'homes i dones. La prova d'U de Mann-Whitney per a mostres independents va ser utilitzada per analitzar la influència del sexe entre les diferents variables estudiades. Es va examinar la significació estadística de les diferències entre les mitjanes de les repeticions de cada una de les proves mitjançant la prova t de Student per a mostres aparellades corregides segons el mètode de Bonferroni per a més d'una repetició. No es va aplicar la significació de F mitjançant Anàlisi Multivariant de la Variància (MANOVA) a causa del baix nombre de graus de llibertats en estudiar simultàniament les tres execucions de cada prova. Posteriorment es van calcular els següents quatre índexs de la fiabilitat test-retest intra-observador (reproductibilitat):

a) Error Metòdic (ME) (McDougall i col., 1991).
b) El coeficient de variació (V) associat a l'Error Metòdic.
c) El coeficient de correlació intraclasse R mitjançant el model MANOVA de dues vies ("intraclasse coeficient" ICC) (Baumgartner, 1989).

d) Finalment, i a efectes comparatius, es presenta el coeficient *r* de correlació de Pearson atès que el seu ús era comú entre els especialistes. Tanmateix, *r* és afectat rellevantment pel rang dels valors i no considera el nombre de repeticions (McDougall i col., 1991).

Resultats

El sexe no va afectar significativament ($p > 0,05$ el resultat obtingut en cap assaig de les tres proves estudiades. En conseqüència, la resta de resultats s'analitzaren amb els registres d'ambdós sexes conjuntament. Les dades recollides en les diferents medicions realitzades es presenten numèricament a la taula 1 i, paral·lelament, són expressats com a canvis percentuals de forma gràfica en la figura 1. Aquestes presentacions mostren que els subjectes augmentaren significativament el seu rendiment pel que fa a la medició inicial en les tres proves. Així mateix, indiquen que els resultats mitjans obtinguts s'estabilitzaren entre la segona i tercera administració de la prova en les "sit-up" i les encorbades. En canvi, les medicions de la prova de rotacions continuaren augmentant significativament fins el 19% pel que fa als valors inicials.

Tot i que els canvis percentuals dels valors mitjans obtinguts en la "sit-up" (7,3%) van ser menors que els registrats en les encorbades (13,9%), l'ICC d'aquestes encorbades va ser lleugerament superior al de la "sit-up" a causa de la seva menor desviació estàndard. En conseqüència, el percentatge de variació de les mitjanes ponderat per la d.e. en conjunt de les tres aplicacions va ser menor en la prova d'encorbades i, per tant, va ser la més fiable o reproductible.

El major coeficient de variació de l'Error del Mètode (figura 2) es va registrar en les encorbades ($V > 5\%$) i el menor en la sit-up malgrat que el coeficient de regressió de Pearson és més gran en les encorbades a causa de les mesures que se n'han pres. Finalment, els coeficients de correlació lineal de Pearson entre les tres proves indicaren una relació irrellevant entre els resultats obtingudes en elles ($r_2 < 0,35$; $p > 0,05$).

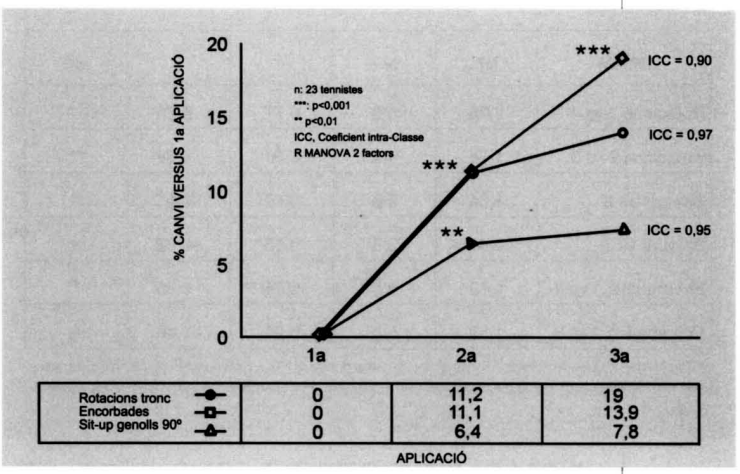


Figura 1. Reproductibilitat i canvis percentuals de tres proves de valoració de la força-resistència abdominal durant 30 segons.

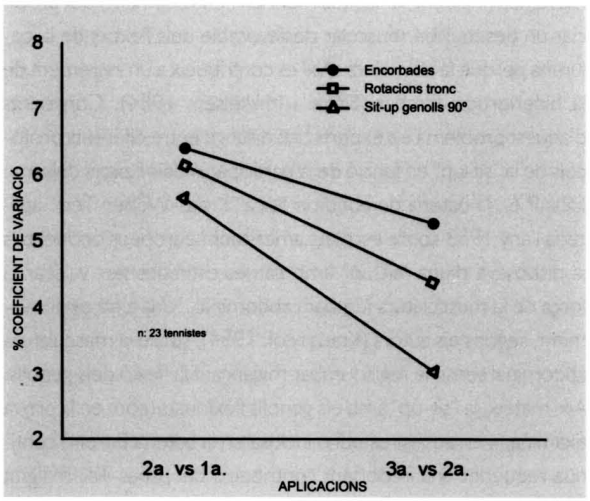


Figura 2. Coeficient de variació de l'Error Metòdic de tres proves de valoració de la força-resistència abdominal en 30 segons.

Discussió

Si bé el nombre de subjectes de la mostra estudiada ($n = 23$) és insuficient per generalitzar els registres numèrics (p.e., no es poden presentar valors normatius del nombre de repeticions en cada prova), l'anàlisi efectuada ens indica que n'hi ha prou per obtenir conclusions metodològiques tant en el camp de la valoració de la condició física com en la programació d'exercicis per desenvolupar la força-resistència abdominal en diferents àmbits (escolar, entrenament esportiu, salut en adults, etc.)

La baixa correlació lineal de Pearson entre les diferents proves estudiades constata la seva especificitat, per tant, els resultats de la comparació que se'n pugui fer tenen molt poc valor. En aquest mateix sentit, Vincent i Britton (1980) també observaren correlacions baixes ($r = 0,39$; $p > 0,05$) entre un protocol de "sit-up" similar al d'aquest estudi i encorbades estàtiques. Des de la perspectiva d'un examen biomecànic (p.e., les articulacions i la musculatura més rellevants) i electromiogràfic les proves són clarament diferents. Així, en la prova de la "sit-up" el múscul psoas-ilíac intervé de forma important. Disminueix la participació de la musculatura abdominal com a conseqüència de la fixació dels membres inferiors. L'acció d'aquest múscul, com la resta de flexors dels malucs, fa que les vèrtebres vagin endavant. D'aquesta manera, la "sit-up" com a prova de valoració abdominal disminueix la seva especificitat, en termes usuals, o validesa, en termes metodològics. Per altra banda, l'us de la "sit-up" de forma siste-

PROVA	ME	% v.	r	t	p(t)
Rotacions 1 vs 2	2,06	6,3	0,77	5,70	***
Rotacions 2 vs 3	1,75	4,9	0,81	4,54	***
Sit-up 1 vs 2	1,34	5,9	0,87	–3,41	**
Sit-up 2 vs 3	0,90	3,8	0,93	–0,82	ns
Encorbades 1 vs 2	1,72	6,5	0,95	5,55	***
Encorbades 2 vs 3	1,58	5,6	0,95	–1,40	ns

n: 23 tennistes; ME: Error metòdic; % V: coeficient de variació segons ME; r: coeficient de correlació de Pearson; t: valor t de Student, p(t): significació corregida per Bonferroni; ***: p<0,001; **: p<0,01; ns: no significatiu (p>0,05).

Taula 2. Índexs de reproductibilitat entre dues administracions de tres probes per valorar la força-resistència abdominal.

matitzada (incloent-la habitualment en l'entrenament) pot propiciar un desequilibri muscular desfavorable dels flexors de la columna pel que fa als malucs. Així es contribueix a un increment de la hiperlordosi lumbar (Sinaki i Mikkelsen, 1984). Conscients d'aquest problema els experts han distingit entre diferents protocols de la "sit-up" en funció de la participació dels flexors dels malucs. P.e., la bateria de condició física "Kraus-Weber-Test" aplicada l'any 1953 sobre escolars americans i europeus occidentals ja disposava d'una "sit-up" amb cames estirades per valorar la força de la musculatura lumbar i abdominal, i una altra exclusivament, segons els autors (Kraus i col. 1954), sobre la musculatura abdominal sense la regió lumbar mitjançant la flexió dels genolls. Així mateix, la "sit-up" amb els genolls flexionats (com en la prova examinada en aquest estudi o inclosa en la bateria Eurofit) continua requerint una important contribució del psoas-ilíac malgrat reduir l'amplitud de moviment o braç de palanca muscular d'aquest múscul (Ricci i col., 1981; Robertson i col., 1987). Per altra banda, els especialistes han determinat que la màxima flexió del tronc en la "sit-up" amb genolls flexionats s'obté entre els 66° (Barlow i Neeves, 1978) i els 75° (Ricci i col., 1981).

A causa de l'estreta relació entre força-resistència abdominal i els problemes d'esquena en l'edat adulta, la "Fitness Canada" (associació dependent del govern canadenc) recomanà l'aplicació de protocols diferents destinats a valorar específicament la musculatura abdominal mitjançant la prova d'encorbades ("curl-up") atès que no fixa els peus i flexiona els genolls en 90° (Faulkner col., 1989). Així mateix, per a prioritzar la flexió de la columna sobre la flexió del maluc, el protocol determina que les mans rellisquin sobre la màrfega i estableix la longitud de l'esmentat desplaçament entre 8 i 15 cm en adults sans perquè el rang de flexió de la columna sigui menor de 45°, i per tant, implica al màxim la musculatura abdominal (De Lacerda, 1978).

Les proves d'encorbades i "sit-up" proposades requereixen poc utillatge (material i instal·lacions) i aquest és de fàcil accessibilitat, atès que només requereixen una màrfega i un cronòmetre. Si un subjecte volgués executar les "sit-up" sense cap ajuda podria executar-les adaptant-les, p.e., mitjançant la fixació dels peus amb els barrots inferiors de les espatlleres o d'un sofà. Les proves poden controlar-se o registrar-se mitjançant un sol examinador o ajudant que no requereixi una formació especialment qualificada. Per tant, és útil per aplicar-lo tant amb grans grups en poc temps (p.e. la meitat dels alumnes controlen i/o subjecten els peus de l'altra meitat supervisats pel professor) com individualment per autocontrolar-se o conèixer-se el propi examinat. Aquesta última faceta és important com a factor motivant d'autosuperació o de creació d'hàbits d'activitat física fora de l'àmbit formal de l'escola o club esportiu.

Robertson i Magnusdottir (1987) examinaren l'índex de reproductibilitat en 20 estudiants entre els 21 i els 37 de les proves de "sit-up" i d'encorbades duran 60 segons mitjançant ICC amb ANOVA d'1 via. Després de fer un assaig previ de les proves el dia anterior als intents mesurats, van obtenir ICCs similars als calculats en aquest estudi. Així mateix, observaren que per a un mateix desplaçament de les mans (7,5 cm) en les encorbades les dones efectuaven una flexió de la columna significativament major (11° més) que els homes.

Faulkner i col. (1989) va observar que determinats subjectes no podien efectuar cap encorbada a causa probablement d'un dèficit de força abdominal. Així mateix, en la nostra experiència amb escolars i esportistes hem pogut detectar casos en els quals un individu amb un bon resultat en "sit-up" és incapaç d'executar les encorbades per l'esmentada insuficiència. Aquest fet és il·lustratiu de l'especificitat de cada prova, però també ens indica que és possible que per desenvolupar o valorar la força abdominal mitjançant les encorbades calgui un període d'entrenament previ. En aquest sentit, una possible metodologia seria la iniciació d'aquest període mitjançant "sit-ups" amb els genolls i els malucs progressivament més flexionats fins a eliminar la subjecció dels membres inferiors.

Conclusions

1. El sexe del subjecte no va influir significativament en el resultat de les proves.
2. La validesa de cada una de les proves d'avaluació estudiades depèn rellevantment de les demandes específiques de cada activitat física en particular. Concretament, les encorbades són la prova d'elecció, entre les estudiades, per a valorar o desenvolupar la força-resistència abdominal.
3. En cas d'una força-resistència abdominal insuficient per executar les encorbades, se suggereix introduir prèviament un període d'entrenament amb "sit-up", a causa de la contribució dels flexors dels malucs en l'acció de la musculatura abdominal.
4. La valoració inicial de la força-resistència abdominal mitjançant les proves de "sit-up" o encorbades requereixen, almenys, d'un

assaig previ de l'esmentada prova per a minimitzar l'efecte d'aprenentatge de la prova sobre la medició obtinguda.

5. Les proves d'encorbades (ICC = 0,97) i de "sit-up amb genolls flexionats" (ICC = 0,95) van ser altament reproductibles i mostraren coeficients de variació baixos entre les diferents aplicacions. A més a més, requereixen utillatge fàcilment accessible i personal poc especialitzat. Per tant, són proves de valoració fiables, útils i aplicables.
6. La valoració inicial dels rotadors del tronc segons la prova proposada requereix més de tres assaigs previs. Així, se suggereix la necessitat d'estudiar proves alternatives més aplicables i reproductibles.

Bibliografia

BARLOW, D. A., NEEVES, R.E. (1978), "Biomechanical assessment of partial ilipsoas isolation in women and its implications for athletic training". Dins: Landry F., William A. R. (Eds.) *Biomechanics of sports and kinanthropometry*, Miami, Florida: Symposia Specialists. pp. 53-59.

BAUMGARTNER, T. A. (1989), "Norm-referenced measurement: reliability". Dins: Safrit MJ, Wood TM (Eds.) (1989) Measurement concepts in physical education and exercise science. *Human Kinetics*; Champaign, Illinois. pp. 45-72.

DE LACERDA, F. (1978), "Anatomical analysis of basic abdominal exercise". *Journal of Physical Education, 75 (5),* pp. 114-115.

FAULKNER, R.A.; SPRIGINS, E.J.; MCQUARRIE, A.; BELL, R.D. (1989), "A partial curl-up protocol for adults based on an analysis of two procedures". *Can. J. Spt. Sciences, 14 (3):* 135-141.

GUSI, N.; RODRÍGUEZ, F.A.; NÁCHER, S.; VALENZUELA, A. (1995), *Valoración de la condición física relacionada con la salud en adultos: antecedentes, criterios y selección de pruebas*. VIII Congreso Europeo de Medicina del Deporte. VI Congreso Nacional de la Federación Española de Medicina del Deporte. Granada.

KRAUS, H., HIRSCHLAND, R. P. (1954), "Minimum muscular fitness test in school children". *Research Quarterly 25 (2)*, pp. 178-188.

MAC DOUGALL, J. D.; WENGER, H. A.; GREEN, H. J. (1995), *Evaluación fisiológica del deportista*. Paidotribo, Barcelona.

PRAT, J. A.; CASAMORT, J.; BALAGUÉ, N.; y cols. (1993), *Eurofit. La bateria Eurofit a Catalunya*. Generalitat de Catalunya, Rubí, Barcelona.

RICCI, B.; MARCHETTI, M.; FIGURA, F. (1981), "Biomechanics of sit-up exercises". *Medicine and Science in Sports and Exercise, 13(1)*, pp. 54-59.

ROBERSTON, L. D.; MAGNUSDOTTIR, H. (1987), "Evaluation criteria associated with abdominal fitness testing". *Research Quarterly for Exercise and Sport 58 (3),* pp. 355-359.

SINAKI, M.; MIKKELSEN, B. A. (1984), "Post menopausal spinal osteoporosis: flexion versus extension exercises". *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 65,* pp. 593-595.

VINCENT, W. J.; BRITTEN, S. D. (1980), "Evaluation of the curl-up a substitute for the bent-knee sit-up". *Journal of Physical Education and Recreation, 51 (2),* pp. 74-75.

Característiques morfològiques i funcionals de l'aeròbic esportiu

Jesús López Bedoya
Doctor en Educació Física
Professor Titular d'Universitat

Mercedes Vernetta
Doctora en Educació Física
Professora de la Universidad de Granada
Jutge Nacional de Aeròbic

Juan Carlos de la Cruz
Doctor en Medicina
Professor titular d'Universitat
Departament d'Educació Física
Universidad de Granada

Paraules clau

aeròbic esportiu, morfologia, freqüència cardíaca, lactat, força

Abstract

The aerobic has been expressed in the last years as the most practiced physical activity in the world. That summit impels in the decade of the eighty this activity as spectacle sport and competition, today still done not know in large part of the Spanish geography. We have approached the present study with the objective of analyzing some morfologic and functional characteristics of the subjects practice of aerobic sports and in this way to provide determined parameters of the profile of the specialty that they could facilitate interest elements for a greater knowledge and specific training.
This article does not deal with an analysis of Aerobic as a "gymnastic method with music for the maintenance and development of the general physical form of the individual with and aerobic basis" as defined Porta (1986), but rather of sport-aerobic, as a institutionalised competitive sport, with specific technical code, which seeks to measure the competitor's general skill.

Resum

L'aeròbic s'ha manifestat en els últims anys com una activitat física de les més practicades al món. Aquest apogeu impulsa en la dècada dels vuitanta aquesta activitat com a esport espectacle i de competició, actualment encara desconegut en gran part de la geografia espanyola. Nosaltres hem tractat el present estudi amb l'objectiu d'analitzar algunes característiques morfològiques i funcionals de les persones practicants d'aeròbic esportiu i d'aquesta forma aportar determinats paràmetres del perfil de l'especialitat que poden facilitar elements d'interès per a un coneixement més gran i entrenament específic. No es tracta de l'anàlisi de l'aeròbic entès com a "Mètode de gimnàstica amb acompanyament musical per al manteniment i desenvolupament de la forma física general de l'individu amb exercicis fonamentalment aeròbics" que defineix Porta (1986), sinó de l'aeròbic esportiu, com a modalitat competitiva institucionalitzada, amb un reglament tècnic específic que cerca mesurar l'habilitat general de tot competidor.

Introducció

L'aeròbic és sens dubte una de les activitats físiques més practicades al món. En molts gimnasos i centres esportius fan classes d'aeròbic. Els seus orígens com a especialitat de gimnàstica i dansa aeròbica sorgeixen a la dècada del 70 i el seu principal objectiu es basa en el desenvolupament de l'activitat per a la millora de la condició física amb elements recreatius. L'important apogeu fa que la dècada dels 80 es constitueixi com a activitat física de competició, i es consolidi com una "nova especialitat esportiva" amb els seus estaments oficials que han evolucionat i desenvolupat de forma vertiginosa, Federació Internacional d'Aeròbic (IAF), Campionats Nacionals Americans d'Aeròbic (NATCH), Federació Internacional d'Esports Aeròbics i Fitness (FISAF). L'any 1994, passa a formar part de la Federació Internacional de Gimnàstica com a modalitat competitiva fet que motiva la realització d'un reglament tècnic, editat l'abril del 1995, que regula les competicions oficials a nivell mundial en les seves actuals categories: individual femenina, masculina, parelles i trios.

L'objectiu de la competició d'aeròbic és mesurar l'habilitat general de tot competidor/a mitjançant la presentació d'una rutina o exercici d'estil lliure on demostrin al màxim les seves qualitats físiques, tècniques i artístiques.
La totalitat de l'exercici haurà de ser efectuada amb música (pop, rock, disco, etc.) i es permetran diferents efectes especials i amb una durada de 1,45 minuts ± 5 s.
El contingut de l'exercici es basarà en la utilització d'una sèrie de passos bàsics d'aeròbic esportiu, juntament amb unes exigències obligatòries específiques des del punt de vista coreogràfic i de dificultat. Cada exercici haurà de tenir un element de cada grup de dificultat.
Actualment, hi ha sis grups estructurals de dificultat:

- 1. Força dinàmica
- 2. Força estàtica
- 3. Salts i cabrioles
- 4. Fouttes (llançament de cames o puntades de peu)
- 5. Equilibris (sobre una cama)
- 6. Flexibilitat (elements de flexibilitat art. coxo-femoral)

Al mateix temps la dificultat es troba classificada en sis nivells (des de la dificultat A a l'F). Actualment, el valor de la dificultat més elevat és la F.
L'objectiu d'aquest estudi s'ha centrat en l'anàlisi d'alguns determinants que caracteritzen aquesta especialitat sobre la base dels trets morfològics més comuns dels competidors d'aeròbic, així com la determinació de certs paràmetres del perfil fisiològic que caracteritza als esportistes competidors.
Les qualitats físiques i sobretot les condicions orgàniques que ha de posseir el competidor aeròbic són laborioses de determinar, encara que això no ha de limitar la possibilitat de buscar i descriure un model general que realment pugui representar i exemplificar la càrrega de treball en l'esmentada especialitat esportiva durant la competició. L'esforç tant si és muscular com orgànic al qual està sotmès el gimnasta pot fer-se des del punt de vista quantitatiu i qualitatiu. D'una banda s'estudia el comportament durant la competició i, de l'altra les qualitats físiques i fisiològiques amb valoracions funcionals de camp i de laboratori.
És previsible que una vegada descrites les característiques reals dels moviments en competició, el seu grau de presència i les qualitats físiques que impliquen, estarem en condicions de descriure les qualitats fonamentals de l'esforç en competició i d'aquesta manera fer una planificació de l'entrenament més eficaç i per tant objectivar la distribució de les càrregues de forma més coherent.

Material i mètode

L'estudi es va fer amb 20 subjectes, dels quals 11 eren dones i 9 homes, tots ells competidors en aeròbic esportiu participants en competicions nacionals.

Proves de laboratori

1. Mesures morfològiques i de composició corporal

Per a les mesures morfològiques i de composició corporal es va fer servir un tallímetre, bàscula i l'impedanziòmetre "Human IN". Els registres que es van fer servir van ser els següents: edat, talla, pes, pes gras, percentatge de greix, pes magre i aigua.

2. Test de Bosco

Mitjançant la plataforma de contacte "Ergojamp" (Sistema Bosco), consistent en una catifa conductiva connectada a un sistema de cronometratge electrònic amb hardware i software específic, accionat per la persona que obre el circuit en el moment d'arrencada i el tanca en la recepció, Bosco (1980).
Es van fer els següents tests, Bosco (1981):

a) Scuat Jump (SJ), aquesta primera prova consisteix en un salt damunt el tapís partint de la posició d'aturada (salt sense contramoviment), en posició de semiflexió (angle articular del genoll a 90°), amb mans recolzades als malucs. Aquesta prestació ve efectuada usant principalment la component contràctil dels grups musculars extensors de l'articulació inferior, i consisteix en una mesura indirecta de la força explosiva que s'obté calculant l'altura del C.G, durant l'execució del salt, a través de la mesura del temps de vol. El tipus de treball és concèntric.
b) Test de salt amb contramoviment (MJ) aquesta segona prova es fa mitjançant un salt en el mateix tapís precedit de càrrega (salt amb contramoviment), amb flexió de l'articulació del genoll 90° i amb mans als malucs. En aquesta prova hi ha present el cicle d'estirament-escurçament. La qualitat que investiga és la força explosiva, capacitat de reclutament nerviós, expressió del percentatge de fibres FT, reutilització de l'energia elàstica i coordinació intra i intermuscular. El tipus d'activitat muscular és concèntrica precedida d'una activitat excèntrica (contramoviment).
c) "Drop Jump" (DJ), el subjecte fa un salt vertical sobre el tapís i cau des de diferents altures, 0, 20,40, 60 cm, etc., amb l'objectiu d'elevar-se el més possible mitjançant un salt violent. La qualitat investigada és el "Stiffness" muscular, que representa la capacitat neuromuscular de desenvolupar valors altíssims de força durant el cicle estirament-escurçament, comportament viscoelàstic dels muscles extensors de les cames, reflex miotàctic o reflex d'estirament, comportament dels propioceptors inhibidors (corpuscles tendinosos de Golgi (CTG)).

3) Anàlisi de lactat i registres de la freqüència cardíaca

La reglamentació de l'aeròbic esportiu de competició prohibeix expressament la utilització de qualsevol tipus d'accessoris, a part del propi vestuari de competició sotmès a normes establertes.

	N	EDAT	PES	TALLA	P. GRAS	% DE GRASSA	P. MAGRE	AIGUA
Homes	9	25±3	73±5	176±5	10,66±3,05	7,75±1,86	66,75±5,97	43,24±4,07
Dones	11	25±4	54±8	159±7	20,09±5,03	10,99±3,43	43,39±6,66	32,57±4,58

Taula 1. Valors mitjans dels paràmetres morfològics.

	SJ	CMJ	DJ0	DJ20	DJ40	DJ60
Mitjana	36,11	38,34	39,91	38,87	38,68	39,6
SD	±6,91	±6,50	±7,32	±5,81	±7,48	±6,09
Rang	41,4–52,4	32,9-53,6	35,2-56,9	30,4-52	30,3-54,7	30,9-53,3

Taula 2. Valors mitjans en el Test Bosco Sistem Homes (N = 9).

	SJ	CMJ	DJ0	DJ20	DJ40	DJ60
Mitjana	26,47	31,16	30,84	31,24	32,75	34,15
SD	±6,20	±6,23	±6,10	±5,69	±7,90	±8,69
Rang	16,4-36,2	21,1-41,8	23,1-41,8	23,7-41,8	23,3-40,7	22,4-42,4

Taula 3. Valors mitjans en el Test Bosco Sistem Dones (N = 11).

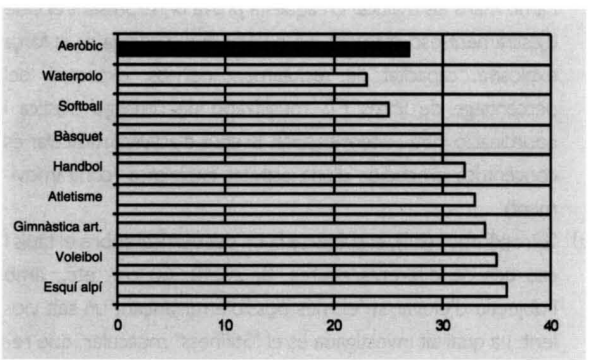


Figura 1. Resultats obtinguts per esportistes del sexe femení en diverses especialitats esportives en la prova de SJ en el Test de Bosco (valors de referència, Lupo i col., 1992, modificat).

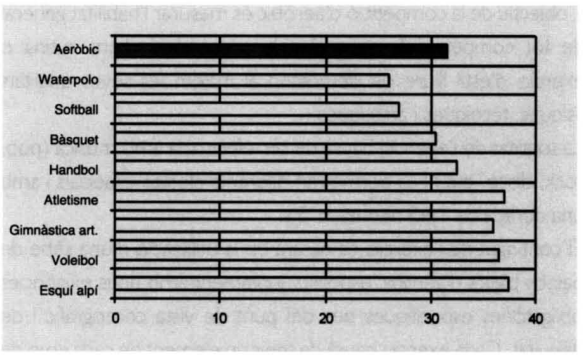


Figura 2. Resultats obtinguts per esportistes del sexe femení en diverses especialitats esportives en la prova de CMJ en el Test de Bosco (valors de referència, Lupo i col., 1992, modificat).

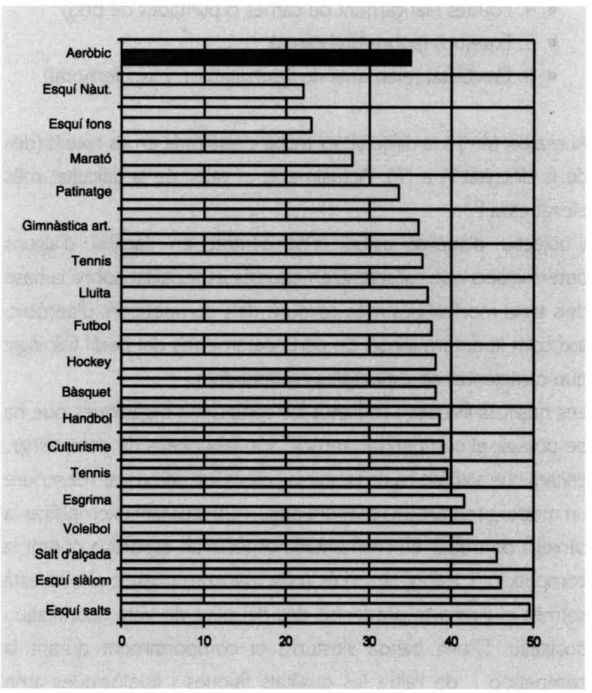


Figura 3. Resultats obtinguts per esportistes del sexe masculí en diverses especialitats esportives en la prova de SJ en el Test de Bosco (valors de referència de Bahr i col., 1991; Bosco, 1985; DalMonte i Faina, 1988; Vitasalo, 1989; Gallozzi, 1992, modificat).

Aquest motiu ens ha dut a la necessitat d'obtenir els nostres registres en situacions simulades de competició, amb el mateix repertori d'exercicis, temps d'execució, vestuari, etc.). Malgrat tot, aquest tipus d'esports, que es caracteritzen per la realització d'exercicis d'una alta complexitat en les seves habilitats pre-acrobàtiques, es fa impossible la realització de proves de consum d'oxigen amb sistemes telemètrics, tals com el "K2 Cosmest", realment funcionals en altres disciplines esportives d'accions motrius més naturals. Això va limitar les nostres proves al registre de la freqüència cardíaca i a l'anàlisi d'àcid làctic.

a) *Registre de la freqüència cardíaca (FC).* Es va registrar mitjançant la utilització de pulsòmetres marca "Polar Sport Tester", programat per a la presa de registres cada 5 segons.

b) *Anàlisi de lactat.* Es va fer servir el sistema "Accusport de Boheringer" para química seca, amb tires reactives. El protocol es va fer amb l'extracció de sang del lòbul de l'orella abans del començament de la prova, immediatament després, al minut, als tres minuts i als cinc minuts.

Resultats i discussió

Per a l'anàlisi dels resultats hem fet estadística descriptiva, i hem mostrat la mitjana, desviació estàndard i rang dels paràmetres morfològics i fisiològics.

a) Paràmetres morfològics. Observem valors en la taula 1, en els quals es poden ressaltar una estatura mitjana dels homes, situada en 176 ± 5 cm, amb un pes de 73 ± 5 kg i un percentatge de greix de 7,75 ± 1,86 i 43,24 ± 4,07 litres d'aigua mentre que per a les dones la talla mitjana és de 159 ± 7 cm, el pes de 54 ± 8 kg i un percentatge de greix superior al dels homes 10,09 ± 3,43 i una disminució de litres d'aigua amb 32,57 ± 4,58.

b) Test de Bosco. Els resultats obtinguts en les proves del Test de Bosco es poden veure en els homes (taula 2), valors mitjans de 36,11 per al SJ; 38,34 per al CMJ, mentre que per al DJ a l'altura del terra es varen obtenir 39,91; a 20 cm 38,87; a 40 cm 38,68 i a 60 cm 39,6. En les dones (taula 3), els valors obtinguts foren 26,47 en SJ; 31,16 en el CMJ i per al DJ a l'altura del terra 30,84; a 20 cm 31,24; a 40 cm 32,75 i a 60 cm 31,15. En la prova de SJ, es pogueren veure valors acceptables en dones (fig. 1), lleugerament superiors a esports com waterpolo i inferiors a esports on l'exigència de salt es plantegen decisives, tals com el bàsquet, el voleibol, esquí alpí, etc. En la prova de CMJ (fig. 2), tanmateix aquestes diferències es minimitzen i s'observen valors en alguns casos lleugerament superiors, com per exemple el bàsquet.

En homes aquests valors també s'observen intermitjos en el SJ (fig. 3) i el CMJ (fig. 4), per damunt d'especialitats de llarga durada i molt similars a d'altres com el bàsquet, tennis, futbol, etc., però inferiors a esports d'alta exigència de salt com el voleibol i els salts d'esquí.

Aquest resultats no es produeixen en el DJ (fig. 5) en el qual s'observen resultats alts per als competidors d'aeròbic, situant-se en la franja alta d'aquells esports de gran exigència de salt, bàsquet, voleibol, triple salt, etc., i es veuen també els millors resultats en les homes en el salt a nivell de terra i des de 60 cm, i per a les dones en el salt de 60 cm; això representa una bona capacitat de treball en condicions pliomètriques i per tant un elevat "Stiffnes" o capacitat neuromuscular de desenvolupar valors alts de força durant el cicle estirament-escurçament, comportament viscoelàstic dels muscles extensors de les cames, aspecte que requereix un component de fibra ràpida important.

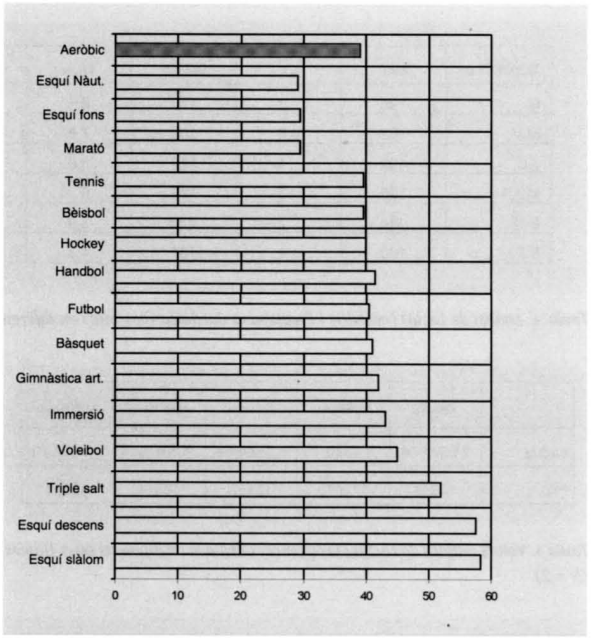


Figura 4. Resultats obtinguts per esportistes del sexe masculí en diverses especialitats esportives en la prova de CMJ en el Test de Bosco (valors de referència de Bahr i col., 1991; Bosco, 1980-1992; Hakkinen, 1989; Egger, 1992; Levola, 1992; Gallozzi, 1992, modificat).

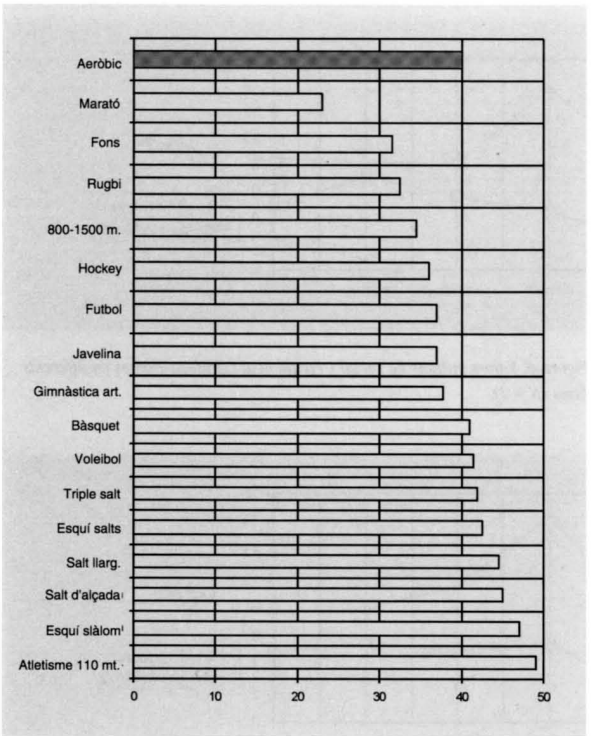


Figura 5. Resultats obtinguts per esportistes del sexe masculí en diverses especialitats esportives en la prova de DJ en el Test de Bosco (valors de referència de Bahr i col., 1991; Bosco 1985; DalMonte i Faina, 1988; Vitasalo, 1989, modificat).

SUBJECTES	PM 0	L 0	PM Fm	LF m	PM 1m	L 1 m	PM 3 m	L 3 m	PM 5 m	L 5 m
S	90	4	170	6,3	110	5	93	5,4	84	5,4
M.V.	82	0,6	186	7,8	142	7,5	99	6,8	92	7,3
J.C.	100	1	159	3,9	106	8,8	106	7,7	104	3,3
M.A.M.	106	3	185	5	96	2,3	101	6,4	106	6,4
E.N.	99	2	175	3,9	103	3,7	94	5,3	103	5,1
E.P.	100	1	187	4,3	124	3,9	111	5	108	1,7

Taula 4. Anàlisi de Lactat (mmol/l) i Freqüència Cardíaca (bat/min) en diferents fases: Abans de l'exercici, finalitzat l'exercici i després d'1, 3 i 5 minuts.

	ABANS	AL FINAL	A 1 min	ALS 3 min	ALS 5 min
Lactat	2,05±1,06	4,45±0,7	5,55±4,59	7,05±0,914	4,85±2,19
F.C.	103±4	172±18	101±7	103±4	105±1

Taula 5. Valors mitjans de Lactat i Freqüència Cardíaca en diferents fases Homes (N = 2).

	ABANS	AL FINAL	A 1 min	ALS 3 min	ALS 5 min
Mitjana	2, ±1,61	5,57±1,81	5,02±1,74	5,62±0,80	4,87±2,33
F.C.	92±8	179±8	119±17	99±8	96±10

Taula 6. Valors mitjans de Lactat i Freqüència Cardíaca en diferents fases Dones (N = 4).

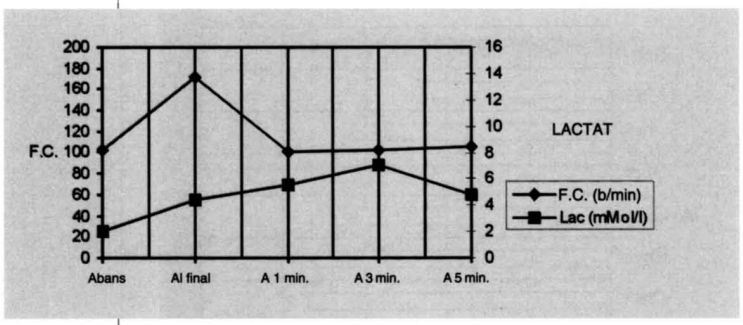


Figura 6. Valors mitjans de Lactat i Freqüència Cardíaca Homes en diferents fases (N = 2).

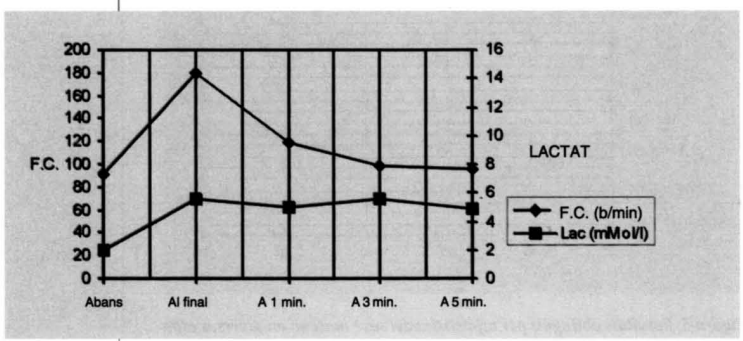


Figura 7. Valors mitjans de Lactat i Freqüència Cardíaca Dones en diferents fases (N = 4).

c) Anàlisi de Lactat i Freqüència Cardíaca

Els resultats obtinguts en les determinacions de lactat en el sexe masculí (taula 5) mostren valors de 2,05 ± 1,06; 4,45 ± 0,7; 5,55 ± 4,59; 7,05 ± 0,914 i 4,85 ± 2,19, i en el sexe femení (taula 6), es van obtenir valors de 2 ± 1,61; 5,57 ± 1,81; 5,02 ± 1,74; 5,62 ± 0,8 i 4,87 ± 2,33, abans, al final de l'exercici, al minut, als tres minuts i als cinc minuts respectivament. Aquests valors mostren nivells inferiors als obtinguts en d'altres esports de similar durada però d'esforç mantingut. Això és a causa de les pròpies característiques d'aquesta especialitat, perquè l'esforç que es requereix durant tot l'exercici no està contínuament a nivell màxim com en el cas de l'atletisme o la natació. Presenten un nivell màxim intermitent i, per tant, els sistemes energètics no estan sota una pressió màxima durant el període d'execució. S'alternen càrregues d'alt impacte, posicions d'equilibri, elements coreogràfics, etc., aspectes que confereixen a aquesta especialitat unes característiques anaeròbiques fraccionades. El sistema anaeròbic és la font energètica principal en l'aeròbic esportiu. En les fases de recuperació els majors nivells de lactat assoleixen els 5 minuts, a causa de la insuficiència aeròbica per mantenir el metabolisme energètic durant la recuperació immediata.

La resposta de la freqüència cardíaca a un exercici complet és més aviat alta, 172 bpm, en els homes, i 179 bpm en les dones (fig. 6 i 7). Hi va haver una pujada important en la freqüència cardíaca (resposta anticipatòria) abans de començar l'exercici en tots els esportistes examinats. Això no és un fet inusual, ja que l'esmentat fenomen ha estat descrit en esports que requereixen un esforç físic de gran potència però de curta durada, tal com passa en els salts d'esquí, les carreres de velocitat o l'halterofília, Montpetit (1976). Les dades de la fig.8, mostren els valors mitjans de lactat en diferents especialitats esportives.

Conclusions

Les característiques morfològiques fonamentals dels practicants d'aeròbic es basen en una alta capacitat muscular neces-

sària per a la realització dels moviments, amb unes condicions de pes reduït, fet que exigeix condicions importants de força efectiva. Com que és un esport de característiques tecnomotrius importants, els factors neuromusculars juguen un paper important i cal donar una atenció prioritària als esmentats factors durant l'entrenament. Per tant, obtenir un bon rendiment en especialitats amb grans exigències de salts (fonamentalment força explosiva, i reactiu-explosiu-balística) com l'aeròbic requereix d'un component de fibra ràpida important. L'aeròbic esportiu en l'exercici de competició es desenvolupa en un temps aproximat de 2 minuts de durada, a través d'esforços curts i repetits de alta i mitjana intensitat. Les exigències metabòliques de l'aeròbic esportiu pel que fa als sistemes orgànics de consecució d'energia, es troben entre un joc funcional entre el fosfagen de reserva i la glucolisi anaeròbica, que correspon a dos sistemes anaeròbics, de curta durada, baixa rendibilitat, amb possibilitats d'oferir la potència màxima però de limitada capacitat. Les exigències metabòliques són més baixes que proves curtes d'alta intensitat com les carreres de velocitat o natació que mantenen la màxima intensitat en tota la prova. La resistència anaeròbica específica en l'aeròbic esportiu és el factor clau una vegada es dominen les habilitats individuals. Tanmateix, pel que fa l'entrenament, alguns estudis han demostrat en esports de similars característiques com la gimnàstica artística, Marina (1990) que aquells atletes que manifestaven una menor potència aeròbica (VO_2 max), tenien més grans fluctuacions i un rendiment global menor en l'entrenament.

Nota

Agraïment als col·laboradors Francisco Panadero; Francisco García; Nacho Cantos i Sergio Gausach.

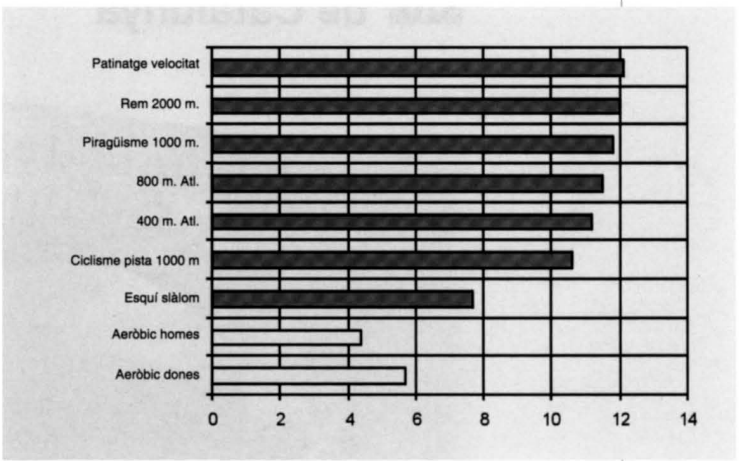


Figura 8. Valors mitjans de Lactat (mmol/l) en diferents especialitats esportives.

Bibliografia

ACEVEDO, M. (1994), "La ginnastica aerobica come base d'attivita motoria preparatoria agli altri sport". *Gymnica*. Núm. 10, pp. 20-23.

BOCCATO, S. (1994), "Il condizionamento musculare nella ginnastica aerobica". *Gymnica*. Sup. 4, pp. 16-18.

CÓDIGO DE PUNTUACIÓN DE AERÓBIC DEPORTIVO (1997). Federación Internacional de Gimnasia (FIG). Edició 1997-2000.

DIVERSOS AUTORS (1986), *La Educación Física en la Enseñanzas Medias*. Ed. Paidotribo, Barcelona.

GUNTER, G.; HARRISON, P.; TALLY, J.; DUNNAM, L. (1992), ¿Es útil la danza aeróbica? *Sport & Medicina*, maig-juny, pp. 32-35.

LUPO, S.; SERIACOPI, D.; MARINI, C.; DI CAVE, P.; BOCCATO, S.; PESTILLI, C. (1994), "Caratteristiche fisiologiche dei soggetti praticanti la ginnastica aerobica". *Gymnica*. Sup. 11, pp. 21-25.

MARINA, M. (1990), "Valoración de la frecuencia cardíaca en Gimnasia Artística". *Revista de Entrenamiento Deportivo,* vol. 4, núm. 5, pp. 7-13.

MONTPETIT, R. (1984), "Physiological Aspect of Gymnastic Trining". *World Identification Sistem For Gymnastic Talent*. Editat per Petiot, Salmela, Hoshizaki. Montreal, pp. 181-196.

TECNICAL REGULATIONS (1996), *Federation Internationale des Sports Aerobics et Fitness*.

Els coeficients ofensius i defensius. Una aportació a l'estudi pràxic dels esports d'equip

Mario Lloret
Doctor en Ciències de l'Educació
Professor d'Anatomia de l'INEFC-Barcelona

Paraules clau
waterpolo, tàctica, praxiologia

Abstract

Water polo is an aquatic team sport, subject to rules and institutionalised, played on the limited surface of a swimming pool between two groups of seven field players (6 players and a goalkeeper) and with the aim of introducing the ball in the opposing net. The object of the study is centred on the praxical analysis of the game action of 10 water polo matches in the preliminary stage and semi-finals of the Olympic Games, Barcelona, 1992, which helped us to establish the coeficients of offensive and defensive evaluation, for the quantification of the praxis of whatever team game. To do it, it was necessary to establish a way that will grafically or textually to represent the sequences of game action effected by players of a sport team, and that could catch all the praxical development of the game –the Praxiograma- which will study the Praxical Actions of Sport carriers of an Explicit, Internal Logic.
As a consequence of this method we could establish the offensive and defensive coeficients of a team sport that allowed us to quantify the technical actions and tactics that we consider more relevant to our work. The evaluation via offensive and defensive coeficients is a new method to study and analysis of sports of co-operation and opposition that provide concrete information about specific actions in a game, and can be useful to the technician. In this way, the results of those coeficients in the Olympic Games, Barcelona 92, could be a point of departure and a valid contribution so that other investigators position and make correlation studies on analysis to improve said coeficients or the creation of others more relevant in their team sport.
The possibility derives from this study to make praxiograms by computer methods and thereby realize a rapid treatment of the facts and direct and relevant information for the technician. From the data forms or sheets are generated the papers of the classification of facts and those of interaction attack defence, as well as the graphics and all the statistical treatment that one wants to look at in the match or competition to be analized. Besides praxiogramatic results considered, this study is presented as a method at the reach of technicians and high level trainers, to optimising the performance of their players and teams, from an exhaustive knowledge of each one of the game plays made during a game.

Resum

El waterpolo és un esport aquàtic d'equip, subjecte a unes normes i institucionalitzat, que es practica en una superfície limitada de piscina entre dos conjunts de set jugadors de camp (sis jugadors i porter) i amb la finalitat d'introduir la pilota a la porteria contrària.
L'objecte d'estudi es va centrar en l'anàlisi pràxica de l'acció de joc de 10 partits de waterpolo de la fase preliminar i semifinals dels Jocs Olímpics de Barcelona-1992, que ens ajudaren a confeccionar els coeficients de valoració ofensiva i defensiva, per a la quantificació de la praxi de qualsevol joc d'equip.
Per això va caldre establir un procediments que representés gràficament o textualment les seqüències de l'acció de joc efectuades pels jugadors d'un equip esportiu, i que pogués recollir tot el desenvolupament pràxic del joc –el Praxiograma– el qual estudiarà les accions pràxiques del joc portadores d'una lògica interna explícita.
A conseqüència d'aquest procediment vam poder establir els coeficients ofensius i defensius del joc d'equip que ens permeteren poder quantificar les accions tècniques i tàctiques que considerem més rellevants per al nostre treball. La valoració mitjançant coeficients ofensius i defensius és un nou mètode d'estudi i anàlisi dels esports de cooperació i oposició que proporciona una informació concreta sobre accions específiques de joc, i que poden ser d'interès al tècnic. En aquest sentit, els resultats d'aquests coeficients en els Jocs Olímpics de Barcelona-92, podria ser un punt de partença i una aportació vàlida perquè d'altres investigadors se posicionin i efectuïn estudis de correlació o anàlisis per a la millora dels esmentats coeficients o la creació d'altres més rellevants en el seu esport d'equip.
D'aquest estudi es deriva la possibilitat de fer praxiogrames per mètodes informàtics i aconseguir un ràpid tractament de les dades i informació directa i rellevant per al tècnic ja que, a partir dels fulls de recollida de dades es generen els fulls de classificació de dades i les d'interacció atac/defensa, així com els gràfics i tot el tractament estadístic que es vulgui contemplar en el partit o competició a analitzar.
A més a més d'allò considerat com a resultats praxiogramàtics, aquest treball es planteja com un mitjà a l'abast dels tècnics i entre-

nadors d'alt nivell, per optimitzar el rendiment dels seus jugadors o equips, a partir del coneixement exhaustiu de cada una de les accions de joc realitzades en el transcurs del partit.

Introducció

El waterpolo, esport poc conegut bibliogràficament i reglamentàriament parlant, gaudeix d'unes arrels històriques innegables que es remunta a principis de segle i que s'ha consolidat com un dels esports d'equip amb major projecció internacional a causa dels resultats que s'han succeït en la dècada dels anys noranta, i sobretot, com a conseqüència de la plata olímpica de Barcelona-92, d'on va partir aquest estudi (1) i, sobretot de l'or olímpic aconseguit a Atlanta-96.

Però no podríem iniciar l'exposició d'aquest esport si abans no exposéssim els seus criteris definitoris. El waterpolo és el nom que rep un joc que és practicat a l'aigua. El seu nom originari prové d'una accepció anglesa que traduïda literalment podria significar Polo Aquàtic. Però la definició tècnica més precisa, seria:

El waterpolo és un esport aquàtic d'equip, subjecte a unes normes i institucionalitzat, que es practica en una superfície limitada de piscina entre dos conjunts de set jugadors de camp (sis jugadors i porter) i amb la finalitat d'introduir la pilota a la porteria contrària.

Des d'una visió praxiològica, el waterpolo es podria definir com:

Esport reglamentat de col·laboració-oposició, que es comunica estratègicament a través de l'execució d'unes accions de joc en el medi aquàtic, portadores de significació pràxica (implícita o explícita). La seva finalitat seria la interacció de marca entre els conjunts integrants del duel simètric (2).

Objecte d'estudi

L'objecte d'estudi se centra, en aquest estudi, en l'anàlisi pràxica de l'acció de joc de 10 partits de waterpolo en la fase preliminar i semifinals dels Jocs Olímpics de Barcelona-1992, que ens varen ajudar a confeccionar els coeficients de valoració ofensiva i defensiva, per a la quantificació (per part de l'equip tècnic, si així ho requerís) de la praxi de qualsevol joc d'equip.

Material i mètodes

Criteris d'elecció i selecció dels partits

El criteri d'elecció dels partits exposats va respondre a les pautes següents:

a) S'escolliren 10 partits, seguint la Metodologia del Grup d'Estudi i Investigació Sociomotriu (3). Els partits seleccionats foren:

- Hongria-Itàlia (HON-ITA)
- Grècia-Cuba (GRE-CUB)
- Espanya-Holanda (ESP-HOL)
- Espanya-Grècia (ESP-GRE)
- Cuba-Hongria (CUB-HON)
- Itàlia-Cuba (ITA-CUB)
- Hongria-Espanya (HON-ESP)
- Comunitat d'Estats Indep.-Estats Units (EUN-USA)
- Comunitat d'Estats Indep.-Itàlia (EUN-ITA)
- Estats Units-Espanya (USA-ESP)

b) S'escolliren els partits de la fase preliminar en ser l'estadi competicional on tots els equips es jugaven totes les possibilitats d'accedir a llocs privilegiats de la classificació i arribar a les rondes finals.

c) Es va escollir aquesta mostra perquè el Torneig Olímpic és on, *a priori*, es podia reunir la màxima expressió de l'acció de joc del waterpolo, quant al seu nivell competitiu, estratègic, tècnic i dels sistemes de joc, per a una posterior anàlisi pràxica.

d) Es va decidir estudiar, sobretot, el grup on intervenia Espanya, en ser l'amfitriona, perquè estava obligada a guanyar tots els partits i afrontava una major responsabilitat, la qual cosa havia de generar accions de joc de rellevant interès i, òbviament perquè ens interessava el nostre joc, per aportar dades que ens ajudessin a modificar i a reflexionar en les fallades o errors tàctics, així com en la comprensió del sistema de joc utilitzat per Espanya.



e) Es desestimaven els partits jugats entre els equips mal classificats per la possibilitat de desvirtuar l'estudi, davant la seva passivitat per la no consecució de primeres places de grup.

f) S'escollien els partits de semifinals per l'oportunitat classificatòria que suposava per als quatre equips i l'oportunitat competitiva que se'n derivava, en la qual no es desvirtuava cap acció de joc.

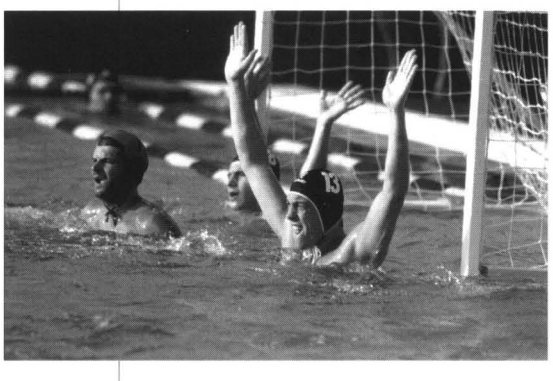
g) Es desestimaren les rondes finals per la possible passivitat d'alguns equips en no trobar-se entre els quatre primers classificats i poder desvirtuar l'estudi. D'aquesta manera equips, teòricament més dèbils, es trobaven amb la facilitat d'arribar a llocs alts de la classificació final.

h) Es va desestimar la final per:

- Ser el partit més llarg. La presència de les tres pròrrogues confereix a la final un tracte especial en relació als anteriors partits i podia fer variar els resultats estadístics.
- La transcendència del partit, que podia emmascarar situacions tàctiques i recursos estratègics, a causa que els equips no arriscaven més del que calia.

Mètode d'observació

La metodologia d'observació seguida per al desenvolupament del present estudi ha estat una observació sistematitzada i prepara-



da de tipus natural (4), per un mètode subjectiu i indirecte (5).

El mètode seguit per part de l'observador ha estat el d'una observació participant de tipus passiu (6) mitjançant registre videogràfic que ens va permetre visionar tantes vegades com calgués els comportaments i accions de joc amb la finalitat de consignar en registres escrits, els fets esdevinguts en el terreny aquàtic, de tal forma que ens permetés seguir l'evolució pràxica i significant del joc waterpolístic.

Material i mètode de filmació

Per a la filmació d'aquests partits s'ha utilitzat una càmera de video dels sistema video-8, marca Sony i model Handycam SP-5. Les filmacions han quedat enregistrades en 5 cintes Sony P5- 90 HP-Metal. Les esmentades gravacions s'han copiat a un sistema VHS per al seu estudi i continu repàs. D'aquesta manera, no es fan malbé les cintes originals de la Federación Española de Natación.

Es va enquadrar tot el terreny de joc en l'inici del partit. Un cop l'equip es feia amb la possessió de la pilota i avançava a posicions ofensives, s'enquadrava amb el zoom la mitja piscina de joc, per millorar la visualització de les accions de joc. Mitjançant una tècnica d'escombratge, es permetia el seguiment de forma homogènia del desenvolupament de l'acció de joc. En aquests partits es registraren:

- Els models d'execució tècnica
- Els sistemes de joc
- El comportament estratègic dels esmentats equips

Una vegada filmats els partits, es reproduïren amb l'ajuda del magnetoscopi Sony VHS, Mod. SLV-262 PAL-HQ, en un monitor de TV Sony Trinitron Color, Mod. KV 1421 E de 21", per a la seva anàlisi pràxica.

Mètode d'estudi de l'acció de joc en base al model funcional. El praxiograma

Per a Parlebas, P. (1981) (7), *Praxiograma* és la "Représentation graphique de la séquence des actes moteurs successivament accomplis par un individu ou un groupe qui exécute une tâche motrice". (Representació gràfica de la seqüència dels actes motors successivament realitzats per un individu o un grup que executa una tasca motriu).

Després de la definició, aquest autor prossegueix més endavant i afirma "Dans le cas d'un jeu sportif, le praxéogramme devient un ludogramme". (En el cas del joc esportiu, el praxiograma es converteix en ludograma).

En aquest cas, no estem d'acord amb l'esmentat autor, ja que considerem que es tracta de dues coses diferents. Per a nosaltres, *Praxiograma* serà la representació gràfica o escrita de les seqüències de l'acció de joc efectuades pels jugadors d'un equip esportiu, i que recull tot el desenvolupament pràxic del joc. Es diferencia del *ludograma* perquè plasma els "subrols" realitzats pels jugadors en els seus continus intercanvis ròlics (a excepció del porter que no canviaria de rol) i per tant estudia les accions de joc amb significació pràxica virtual (8). En canvi, el *Praxiograma* estudiarà les accions pràxiques del joc i seran portadores d'un lògica interna explícita (9).

Confecció del praxiograma

El *praxiograma* o praxograma és el mitjà de representació gràfica o escrita de l'acció de joc en els esports d'equip i, en concret, del waterpolo, i que s'ha extret del full de recollida de dades. Està configurat per:

1. Full de classificació de les dades
   - Que genera fulls de resultats gràfics i estadístics
2. Full d'interacció atac/defensa (10)
   - Que genera fulls de resultats gràfics i estadístics

Com que el *full de recollida de dades* genera els praxiogrames, cal mostrar el mètode seguit per a la confecció i complimentació d'aquests fulls.

Full de recollida de dades

El full de recollida de dades és el mitjà que permet plasmar, per escrit, l'evolució pràxica del joc i genera el full de classificació de dades. En la qual hauríem de tenir present:

- La confecció d'una llegenda
- Full de recollida de dades per a la defensa
- Full de recollida de dades per a l'atac

La llegenda. La llegenda és el mètode abreviat d'escriptura que permet transcriure allò ocorregut i explicitat en el joc. Les abreviatures que s'han elaborat es poden consultar en la figura 1.

Full de recollida de dades de la defensa. El full de recollida de dades per a la defensa es construeix a partir d'uns elements de referència que permeten anotar totes les circumstàncies del joc. Aquest full s'omple a partir de la utilització d'una llegenda que ens permet codificar ràpidament totes les accions de joc i efectuar un seguiment posterior, com si es tractés del partit (fig. 2).

Full de recollida de dades de l'atac. El full de recollida de dades per a l'atac es construeix exactament igual que l'anterior, tot considerant els elements de l'acció de joc intervinents en els models defensius. Aquest full s'omple a partir de la utilització de la llegenda descrita, que ens permet codificar ràpidament totes les accions de joc i

núm.+	= Possessions consecutives de la pilota
Mnúm	= Moviment del núm. ?
MT	= Moviment de tots els jugadors
CO	= Col·locació
TR	= Transició
Pnúm.-núm.	= Pantalla dels números ?
2B	= Doble *boia*
ES	= Atac estàtic
núm.+núm.	= Superioritat/Inferioritat
núm.xnúm.	= Contraatac
LP	= Llançament de penalty
Pnúm.	= Posició de llançament
MC	= Llançament mig camp
DA	= Llançament dreta alt
DB	= Llançament dreta baix
CA	= Llançament centre alt
CB	= Llançament centre baix
IA	= Llançament esquerra alt
IB	= Llançament esquerra baix
VD	= Llançament vaselina dreta
VC	= Llançament vaselina centre
VI	= Llançament vaselina esquerra
PP	= Passada del porter
J	= Jugador
P	= Porter
IT	= Intercepció
RE	= Refús
RO	= Robatori
PR	= Pèrdua
R	= Recuperació
HB	= Enfonsament de la pilota
PL	= Pal
FU	= Pilota Fora
FA	= Falta en atac
FP	= Final de la part
Znúm.	= Defensa en zona número?
ZT	= Zona total
IN	= Defensa individual
IP	= Defensa individual pressionant
PT	= Pressió Total
SD	= Sense determinar
35"	= Temps màxim de possessió de la pilota

Figura 1. Llegenda utilitzada per transcriure les accions de joc al full de recollida de dades.

8 d'agost de 1992 Estadística d'**EUA en Defensa**	Partit EUA-Espanya 4a part. **Resultat parcial 1-2**						Fase semifinal **Resultat final 4-6**		
Accions defensives	1	1	1+	2+	3+	4+	5	1	1
Temps de joc	27	27	23	9	12	11	32	12	21
Contraatac									
1a Defensa	ZT	ZT	ZT	Z1-2-3	3+2	3+2	Z1-2-3	TR	P
1r Atac	M2	ES	ES	ES	4+2	4+2	M2	TR	CO
2a Defensa	ZT								
2n Atac	ES								
3a Defensa									
3r Atac									
Passades	8	5	3	3			7-8	1	4
Passades al *boia*				1			1		1
Faltes ordinàries			1				1-2		3
Faltes ordinàries al *boia*							1		
Expulsió				6					
Passades en inferioritat					8	1			
Penalti									
Llençament		P3	P2		P5	P3		P1	P6
Gol								DB	
Aturada del porter									CB
Rebuig		JIA	JDB		PCBPR	JDB			
Còrner			J			J			
Pilota al pal									
Pilota fora									
Recuperació de la pilota	HB1	RE					RO1		

Figura 2. Finestra de la planella d'EUA en defensa en el partit EUA-ESP (4a part). En la 1a columna de recollida de dades s'explicita: EUA fa una acció defensiva (1) que dura 27 s (27), amb la forma defensiva Zona Total (ZT) que s'ataca, per part d'Espanya, amb atac estàtic i moviment individual per la posició 2 (M2). En la mateixa acció defensiva, en la qual EUA es manté en ZT, Espanya canvia la tàctica ofensiva i continua amb atac estàtic pur (ES). Espanya ha fet 8 passades (8) i perd la pilota pel seu enfonsament en posició 1 (HB1). EUA recuperaria la pilota, i hauríem de continuar la jugada amb la planella d'EUA en atac.

efectuar un seguiment posterior, com si es tractés del partit (fig. 3).

1. Full de classificació de les dades. El full de classificació de les dades ve generat per l'anterior i recull sistemàticament totes les accions de joc presents al waterpolo i objecte d'estudi d'aquest treball.

Al mateix temps, aquest full de classificació de dades ens proporciona una dimensió funcional i un mètode d'estudi de la interacció del joc (atac-defensa), de la interacció del partit i de la interacció en el transcurs de la competició.

Aquests fulls es construeixen a partir d'una classificació que nosaltres hem adoptat en funció de les dades recollides, tot intentant no repetir conceptes per no confondre l'estudi informàtic realitzat. Aquests fulls s'han omplert manualment després de l'anàlisi del full de recollida de dades i la seva posterior translació –ordenada– al full de classificació. Un cop fet això, es va traslladar al full de classificació informàtica, per al càlcul automàtic dels percentatges i elaboració de coeficients (i gràfics si es desitgés).

Les dades generades per les planelles s'han introduït, ordenadament, en cada una de les 4 caselles que indiquen el període dels que consta un partit, després de la generació de les 30 variables d'atac i les 24 de defensa que integraven la totalitat del full de classificació de les dades. L'última casella vertical realitza el càlcul percentual de les dades de cada una de les variables (vegeu fig. 4).

Els fulls de classificació de les dades es divideixen en:

8 d'agost de 1992 Estadística d'**EUA en Atac**			Partit EUA-Espanya 4a part. **Resultat parcial 1-2**				Fase semifinal **Resultat final 4-6**		
Possessions de la pilota	1	1	1	1	1	1+	2+	3	1+
Temps de joc	24	32	11	12	31	19	10	12	17
Contraatac									
1r Atac	ES	M5	TR	TR	ES	TR	4+2	4+2	MT
1a Defensa	IN	IN	TR	IP	IP	PR	3+2	3+2	IP
2n Atac					ES				
2a Defensa					Z3				
3r Atac									
3a Defensa									
Passades	5	4-2		2	8	1			4
Passades al *boia*	1	0		1		1			1
Faltes ordinàries	1	0-1		1	3				3
Faltes ordinàries al *boia*		1							
Expulsió						6			6
Passades en superioritat							4	3	
Penalti									
Llençament					P4		P3	P1	
Gol									
Aturada del porter									
Rebuig							PIBR	PIB	
Còrner									
Pilota al pal					IA				
Pilota fora									
Pèrdua de la pilota	PR6	RO5	TR	FA6				RE	

Figura 3. En el mateix partit anterior, i continuant l'acció de joc abans iniciada, EUA tindrà una posessió de pilota (1), que durarà 24 s (24). En aquesta acció, aquest equip es disposa en atac estàtic pur (ES), i Espanya defensa amb individual (IN). EUA fa, en aquest atac, 5 passades en el perímetre (5), 1 passada al boia (1) i provoca una falta ordinària (1). EUA perd la pilota en la posició 6 (PR6) i el recupera Espanya que tornaria a l'atac.

- Fulls de classificació de les acciones defensives
- Fulls de classificació de les accions ofensives.

2. Full d'interacció atac/defensa. Hem comentat anteriorment que aquest apartat no és objecte d'estudi en el present treball.

Dimensió de l'estudi funcional

S'ha analitzat, en aquest apartat, l'acció de joc present al waterpolo, des d'una dimensió tècnica, tàctica i reglamentària.

Dimensió tècnica

Els elements d'estudi que hem considerat rellevants han estat els següents:

- Nombre de passades en el duel simètric
- Nombre de passades al *boia*
- Nombre de passades en superioritat
- Col·locació dels llançaments
- Col.locació dels gols
- Intercepcions
- Rebots
- Nombre de recuperacions de la pilota en atac i defensa
- Forma de la recuperació de la pilota en atac i defensa
- Direcció dels llançaments del *boia*

Dimensió reglamentària

Engloba l'estudi de

- Temps de joc en atac i defensa
- Gol
- Faltes ordinàries
- Expulsions
- Penaltis
- Esgotament del temps de possessió
- Faltes d'atac.

Dimensió dels sistemes de joc

Els elements que hem considerat metodològicament rellevants han estat els següents:

- Nombre de possessions en atac
- Nombre d'accions defensives
- Nombre d'accions tàctiques en atac
- Nombre de defenses consecutives
- Nombre de finalitzacions d'atacs i defenses
- Nombre d'accions de contraatac
- Nombre de defenses de contraatac
- Nombre de moviments ofensius
  - Individuals
  - Dobles
  - Triples
  - Integrals
- Nombre de defenses en zona:
  - Zona 1
  - Zona 1-2
  - Zona 2
  - Zona 2-3
  - Zona 3
  - Zona 2-3-4
  - Zona 2-4
  - Zona 3-4
  - Zona 4
  - Zona 4-5
  - Zona 5
  - Zona total
  - Altres zones ("*Indi*", etc.)
- Nombre de moviments posicionals en atac
- Nombre de pantalles
- Nombre d'atacs en superioritat
- Nombre de les posicions del llançament en atac i defensa
- Nombre de superioritats i atacs en superioritat
- Nombre d'inferioritats i defenses en inferioritat
- Nombre d'accions tàctiques de consecució de gols

- Contraatac
- Transició
- Estàtics
- Superioritat
- Penalty

- Nombre de contraatacs finalitzats en gol
- Nombre de transicions
- Nombre de gols en posició estàtica
- Nombre de gols en superioritat
- Nombre de les ubicacions posicionals dels gols de superioritat
- Nombre de gols en la inferioritat
- Nombre de les ubicacions posicionals dels gols en la inferioritat

Càlcul dels coeficients de valoració ofensiva i defensiva

La valoració dels coeficients es realitza a partir dels estudis de Sarmento JF (1991) (11) que exposa unes fórmules per aclarir i justificar el nivell de treball ofensiu i defensiu en relació als partits. En base a les seves aportacions, considerem que els coeficients, per a l'estudi funcional del waterpolo, han de ser:

a) Coeficient d'eficàcia ofensiva (CEO)

$$CEO = \frac{\text{núm. de gols}}{\text{núm. de possessions}} \times 100$$

b) Coeficient de concreció de l'atac (CCA)

$$CCA = \frac{\text{núm. de gols}}{\text{núm. llanç.+núm. superiorit.}} \times 100$$

c) Coeficient de resolució ofensiva (CRO)

$$CRO = \frac{\text{núm. de gols}}{\text{núm.de llançaments}} \times 100$$

d) Coeficient d'eficàcia defensiva (CED)

$$CED = \frac{\text{gols rebuts}}{\text{accions defensives}} \times 100$$

e) Coeficient de producció defensiva (CPD)

$$CDP = \frac{\text{llançaments rebuts}}{\text{accions defensives}} \times 100$$

Partit:						Pàgina 1
TEMPS DE JOC EN ATAC	1a PART	2a PART	3a PART	4a PART	TOTAL	%
POSSESSIONS	0	0	0	0	0	
1 ACCIÓ					0	
2 ACCIONS CONSECUTIVES					0	
3 ACCIONS CONSECUTIVES					0	
4 ACCIONS CONSECUTIVES					0	
5 ACCIONS CONSECUTIVES					0	
6 ACCIONS CONSECUTIVES					0	
7 ACCIONS CONSECUTIVES					0	
FINALITZACIÓ ACCIONS D'ATAC	0	0	0	0	0	
ACCIONS ACABADES					0	
ACCIONS NO ACABADES					0	
ACCIONS TÀCTIQUES D'ATAC	0	0	0	0	0	
CONTRAATAC					0	
TRANSICIÓ					0	
ESTÀTICS					0	
ESTÀTICS AMB MOVIMENT					0	
ESTÀTICS AMB PANTALLA					0	
SUPERIORITAT					0	
COL·LOCACIÓ					0	
ACCIONS DE CONTRAATAC	0	0	0	0	0	
CONTRAATAC 1XO					0	
CONTRAATAC 2X1					0	
CONTRAATAC 3X2					0	
CONTRAATAC 4X3					0	
CONTRAATAC 5X4					0	
CONTRAATAC 6X5					0	

Figura 4. Finestra del full d'un Praxiograma, on es mostra la disposició classificada d'alguna de les dades en l'interior d'unes variables de l'atac. Hem de remarcar que s'elaboraren, en el macroestudi Doctoral, 5 fulls per a l'estudi pràxic de l'atac d'un equip i 5 fulls més per a l'estudi pràxic de la defensa d'un equip. És a dir, que cada partit generava 20 fulls de resultats, (10 fulls per a cada equip).

f) Coeficient de resolució defensiva (CRD)

$$CRD = \frac{\text{gols rebuts}}{\text{llançaments rebuts}} \times 100$$

Resultats

Els resultats mostrats en aquest estudi representen una síntesi d'allò exposat en el treball doctoral (12).

De l'estudi de la mostra seleccionada de la competició

S'estudia, en aquest apartat, els coeficients de la mostra seleccionada, en el seu conjunt i de l'equip d'Espanya, en particular.

L'estudi dels coeficients

En el tractament de les dades dels praxiogrames es mostra una distribució dels coeficients ofensius de cada equip. En

PARTITS	COEFICIENTS					
	CEO	CCA	CRO	CED	CPD	CRD
HON	24,14	20,00	31,82	15,22	56,52	26,92
ITA (7-7)	24,14	17,50	28,00	15,56	48,89	31,82
GRE	33,33	33,33	37,50	26,32	63,16	41,67
CUB (9-10)	35,71	34,48	43,48	20,93	55,81	37,50
ESP	34,29	30,00	38,71	13,04	45,65	28,57
HOL (12-6)	17,65	20,00	28,57	26,09	89,13	29,27
ESP	34,38	26,19	36,67	12,77	51,06	25,00
GRE (11-6)	18,75	17,65	25,00	22,45	61,22	36,67
CUB	31,43	26,83	40,74	25,00	52,08	48,00
HON (11-12)	32,43	35,29	48,00	22,45	51,02	44,00
ITA	31,43	31,43	40,74	17,02	48,94	34,78
CUB (11-8)	26,67	35,81	34,78	24,44	60,00	40,74
HON	14,71	13,51	20,00	17,02	53,19	32,00
ESP (5-8)	22,86	22,86	32,00	10,20	51,02	20,00
CEI	22,86	24,24	34,78	10,87	50,00	21,74
EUA (8-5)	14,71	15,15	22,73	17,78	51,11	34,78
CEI	25,00	23,53	34,78	22,50	47,50	47,37
ITA (8-9)	30,00	30,00	47,37	17,39	50,00	34,78
EUA	12,90	18,18	25,00	12,77	65,96	19,35
ESP (4-6)	18,18	17,14	19,35	9,76	39,02	25,00
Mitjana Gan	29,00	27,44	37,34	14,98	49,76	30,10
Mitjana Perd	20,62	19,87	29,13	21,73	58,02	37,45
Mitjana Esp	27,41	24,50	31,90	11,48	46,99	24,42

Figura 5. Estudi global dels coeficients tractats, mitjançant el procesament de tots els numeradors i denominadors. Entre parèntesi, el resultat del partit.

aquest estudi hem considerat necessari establir una relació entre els diferents coeficients, durant els partits analitzats en la present investigació. En el quadre que a continuació es refereix es mostren tots els percentatges obtinguts de l'encreuament de variables considerat per nosaltres en aquest estudi, en el qual s'ofereix el valor mitjà dels guanyadors, dels perdedors i d'Espanya després de processar tot els numeradors i denominadors dels coeficients indicats (fig 5).

Discussió

Després de l'estudi de les dades hem de considerar:

a) La Mitjana (M) del coeficient ofensiu CEO (Coeficient d'eficàcia ofensiva: núm. de gols/núm. de possessions) dels equips guanyadors se situa, en aquest estudi, en el 29,60%. Espanya presenta un valor equiparat sobre la M establerta, situant-se en una eficàcia del 27,41%, la qual cosa ens indica que de cada 100 possessions (hipotètiques), aconseguia més de 27 gols. El CEO dels equips perdedors se situa, en aquest estudi, en el 20,62%.

b) La Mitjana del coeficient ofensiu CCA (Coeficient de Concreció de l'Atac: Gols/[Núm. Llançaments + núm. de Superioritats] dels equips guanyadors és, en aquest estudi, del 27,44%. Espanya presenta un valor quelcom inferior als de la M d'equips guanyadors (24,50%). Els equips perdedors presenten una M del 19,87%.

c) La Mitjana del coeficient ofensiu CRO (Coeficient de Resolució Ofensiva: Gols/Núm. Llançaments) dels equips guanyadors és, en aquest estudi, del 37,34%. Espanya presenta un valor per sota de la M d'equips guanyadors (31,90%), però com el CRD (defensiu) és dels millors del torneig (vegeu apartat f), s'entén que Espanya és més resolutiu en le seves accions defensives que ofensives i això es tradueix que els equips adversaris aconsegueixin marcar menys gols que els que Espanya comptabilitza. Els equips perdedors presenten una M del 29,13%.

d) La Mitjana del coeficient defensiu CED (Coeficient d'Eficàcia Defensiva: Gols rebuts/Accions defensives), és, en aquest estudi, del 14,98%. Espanya presenta els millors valors defensius del CED per valor mitjà ja que, en aquest estudi s'han xifrat en un 11,48%, la qual cosa indica que una de gairebé deu accions defensives rebien gol, la qual cosa mostra l'efectivitat de l'estructura defensiva hispana. Les defenses perdedores mostraven un índex mitjà del 21,73%.

e) La Mitjana del coeficient defensiu CPD (Coeficient de Productivitat Defensiva: núm. de llançaments rebuts/accions defensives) dels equips guanyadors és, en aquest estudi, del 49,76%. Espanya continua presentant uns bons valors defensius ja que situa el present coeficient en un valor mitjà del 46,99%, la qual cosa mostra que els equips adversaris d'Espanya llençaren menys pilotes a porteria en les seves accions d'atac ja que

l'equip amfitrió recuperava o aconseguia la pilota més vegades que la resta d'equips d'aquest estudi. La M del CPD dels equips perdedors es va situar en el 58,02%.

f) La Mitjana del coeficient defensiu CRD (Coeficient de Resolució Defensiva: Gols rebuts/Llançaments rebuts) ens mostra, en aquest estudi, que les defenses guanyadores assolien un coeficient del 30,10%. Espanya aconseguia, també, el major valor defensiu tot situant el valor mig del coeficient en 24,42%, la qual cosa ens indica que un de cada quatre llançaments era gol. Les defenses perdedores, deixaven el coeficient en el 37,45%.

El valor d'aquest estudi per coeficients ens permet relacionar algunes de les variables presents en el praxiograma i que hem considerat rellevant d'analitzar per observar algunes de les eventualitats succeïdes durant la competició olímpica. És obvi que es poden relacionar d'altres variables, i que aquest estudi praxiogramàtic genera enormes possibilitats de relació de variables que, per raons lògiques, no es poden abocar en aquest estudi.

Conclusions

En aquest estudi s'ha presentat una anàlisi de la mostra olímpica de Barcelona-1992, mitjançant un model que explicités textualment tot l'esdevingut en el terreny de joc. L'estudi plantejat pot mostrar molts resultats i conclusions però, concretament, s'ha centrat en dues línies d'actuació, per una banda l'anàlisi global de la mostra de la competició, i per l'altra l'anàlisi dels partits d'Espanya dins de la mostra escollida.

Anàlisi de la mostra escollida en els joc olímpics

La valoració mitjançant coeficients ofensius i defensius és un nou mètode d'estudi i anàlisi dels esports de cooperació i oposició que proporciona una informació concreta sobre accions específiques de joc, i que poden ser d'interès al tècnic. En aquest sentit, els resultats d'aquests coeficients en els Jocs Olímpics de Barcelona-92, podria ser un punt de partença perquè d'altres investigadors es posicionin i efectuïn estudis de correlació o anàlisi per a la millora dels esmentats coeficients.

Anàlisi d'Espanya en la mostra escollida

Espanya té uns coeficients defensius rellevants que se situen per sota de la mitjana dels coeficients defensius dels equips guanyadors, ja que estableix la Mitjana del seus CED en 11,48%, CPD en 46,99% i CRD 24,42%, quan els equips guanyadors fixaven la Mitjana dels seus CED en 14,98%, CPD en 49,76% i CRD en 30,10%. Amb tota probabilitat, la defensa espanyola va ser la millor del Torneig Olímpic.

Els coeficients ofensius, sense estar al nivell dels anteriors, se situen molt equilibrats amb els coeficients dels equips guanyadors, ja que Espanya estableix la Mitjana dels seus CEO en 27,41%, CCA en 24,50% i CRO en 31,90%. En canvi, la Mitjana dels coeficients dels equips guanyadors s'estableix per als CEO en 29%, CCA en 27,44% i CRO en 37,34%. D'aquesta relació, s'entén que Espanya presenti un millor balanç defensiu que hagi condicionat, amb tota possibilitat, més errors contraris mentre que, en atac, hagi finalitzat les seves accions de joc amb un èxit semblant al dels equips guanyadors. De la relació excel·lent defensa-bon atac, es deriva que Espanya no perdés cap partit durant el transcurs de la fase preliminar i semifinal olímpica.

Consideracions finals

a) Les variables creades per a l'observació de la mostra olímpica són, segons el nostre parer, totes les que es presenten en el transcurs de l'acció de joc en el waterpolo. És evident que, el tècnic que desitgi fer servir aquest mitjà de suport en l'anàlisi de la seva acció de joc, pot reduir o concretar les variables a utilitzar, així com creuar o relacionar, en forma de coeficients, les que ell consideri oportunes o més significatives, ja que el programa que ha permès l'estudi és obert.

b) Els resultats obtinguts mitjançant l'anàlisi praxiogramàtica permeten estudiar en profunditat, si es desitja, cada una de les variables presentades en els fulls de classificació de les dades praxiogramàtiques, interrelacionant-les i establint els estudis comparatius que interessen al tècnic o entrenador (com per exemple, nombre de passades per part; nombre de passades al boia; nombre de llançaments efectuats o rebuts; posicions per on s'encaixen un major percentatge del gols, o posicions de major percentatge d'efectivitat ofensiva; nombre de faltes rebudes; nombre de contraatacs, etc., per citar alguna de les possibilitats. És evident que aquest estudi ha hagut de circumscriure's, i per això s'ha decidit estudiar únicament, els sistemes de jocs apareguts en el transcurs de l'estudi de la mostra seleccionada i d'Espanya (a l'interior de l'esmentada mostra). D'això es deriva la possibilitat d'estudis pormenoritzats individuals o de tota una competició, i analitzar les variables que es desitgin d'entre les proposades (30 variables en atac i 24 en defensa del fulls de classificació de dades, i 6 en atac i 16 en defensa del full d'interacció atac-defensa, que constitueixen el praxiograma).

c) De l'estudi praxiogramàtic presentat, no es poden extrapolar resultats estadístics, tècnics, de sistemes de joc, etc., ja que cada partit respon a uns interessos diferents, amb uns jugadors diferents i amb accions de joc sempre inèdites (encara que semblants). En efecte, de l'estudi de les estratègies de l'acció de joc, es deriva que la gran possibilitat de permutes entre les diferents variables que configuren l'acció de joc, permet l'aparició d'accions sempre noves que han d'incorporar-se al bagatge del jugador. Probablement, un bon jugador de waterpolo serà cada vegada millor com més gran sigui l'esmentat bagatge, o millor dit, com més gran sigui la seva experiència estratègica en l'acció de joc.

d) Aquest estudi mitjançant praxiogrames s'ha fet manualment i s'ha traslladat a un programa de processat informàtic, per tractar els fulls de classificació de les dades i de les interaccions atac/defensa. Això queda resolt amb el programa informatitzat (plantejat durant el treball d'investigació (13) i que podria millorar-se en el futur) i que a partir de les planelles o fulls de recollida de dades es generen els fulls de classificació de dades i les d'interacció atac/defensa, així com els gràfics i tot el tractament estadístic que desitgi contemplar-se en el partit o competició a analitzar.

e) A més de tot allò considerat com a resultats praxiogramàtics, aquest treball es planteja com un mitjà a l'abast dels tècnics i entrenadors d'alt nivell, per optimitzar el rendiment dels seus jugadors i equips, a partir del coneixement exhaustiu de cada una de les accions de joc realitzades en el transcurs del partit.

Notes

(1) LLORET, M (1994). *Análisis de la Acción de Juego en Waterpolo durante la Olímpiada de Barcelona-1992.* Tesi doctoral. INEFC. Universitat de Barcelona.

(2) LLORET, M. (1994). Idem, p.6

(3) Grupo de Estudio e Investigación Sociomotriz (1993). *Análisis de las actividades físicas de carácter sociomotriz.* Projecte d'Investigació. Universitat de Las Palmas. Aquest grup investigador sosté *"La mostra que emprarem estarà constituïda per un total de deu trobades de competició d'equips masculins de cada un dels esports objecte del nostre estudi".*

(4) ANGUERA, M.T. (1978). *Metodología de la Observación en las Ciencias Humanas.* Ed. Cátedra. Madrid, pp. 43-52. Aquesta autora parla sobre l'Observació Sistematitzada i Preparada de tipus natural: *"El control que s'exigeix sobre allò observat consisteix en procurar que l'ambient de l'observació sigui, com indica el seu propi nom –natural–; en conseqüència, el clima d'una perfecta observació radica que el grup de persones observades i els investigadors es comportin normalment".*

(5) BLÁZQUEZ, D. (1990). *Evaluar en Educación Física.* Inde Publicacions. Barcelona, pp. 61-62.

(6) ANGUERA, M.T. (1978). *Op. cit.* pp. 128-135. L'esmentada autora comenta sobre l'Observador Participant Passiu que *"aquest rol passiu s'utilitza com una forma d'aïllar-se emocionalment i de minimitzar les interferències ocasionades per les reaccions i avaluacions afectives. L'observador roman com un estrany i és anònim per a l'observat, i considera que desenvolupa un paper especial no integrat amb els restants rols de la seva situació".* En efecte, les seleccions nacionals coneixen que en una Olímpiada hi hauran nombrosos observadors que seguiran el Torneig mitjançant filmacions, i això no altera les conductes dels grups d'estudi. Òbviament, només la selecció espanyola coneixia el tècnic filmador de l'equip espanyol, que reproduïa videogràficament els partits i suposava una observació anònima de l'esdeveniment per a tots els equips participants.

(7) PARLEBAS, P. (1981). *Contribution a un lexique commenté en science de l'action motrice.* Publications INSEP. París, pp. 172-173.

(8) LLORET, M. (1994). Ibidem, pp. 109-110 i 674.

(9) LLORET, M. (1994). Ibidem. És a dir, vertaders elements significants, observables des de l'exterior i quantificables, per la qual cosa poden provocar canvis en l'Acció Pràxica del Joc (ja que aquests paràmetres suficientment estudiats i analitzats, comportaran canvis d'estratègies, sistemes de joc o millores en els apartats tècnics, amb la qual cosa poden reestructurar l'Acció de Joc amb la finalitat d'aconseguir la victòria en el partit i en el Torneig). És, per tant, una *variable quantitativa*, i per aquesta raó convenim en denominar-la Lògica Interna Explícita de l'Acció de Joc, ja que es manifesta cap enfora de l'estructura i, per tant, és portadora de significància pràxica. Pàg. 111.

(10) Que no serà motiu d'estudi en el present article. Es remet a l'interessat a la Tesi Doctoral esmentada.

(11) SARMENTO, J. F. (1991), *Determinação de coeficientes para a valorização da observação do ataque em pólo aquático.* En *"Natação"*, Vol. IV, Núm. 13. lisboa, maig/juny, pp. 7-8.

(12) LLORET, M (1994), Ibidem, pp. 395-650.

(13) LLORET, M (1994), Ibidem, pp. 391-394 i 679-681.

Bibliografia

ANGUERA, M. T. (1978). *Metodología de la Observación en las Ciencias Humanas*, Ed. Cátedra. Madrid.

BLÁZQUEZ, D. (1990). *Evaluar en Educación Física*. Inde Publicaciones. Barcelona.

Grupo de Estudio e Investigación Sociomotriz (1993). *Análisis de las actividades físicas de caracter sociomotriz*. Proyecto de Investigación. Universidad de Las Palmas.

LLORET, M. (1994). *Análisis de la Acción de Juego en el Waterpolo durante la Olimpiada de Barcelona-1992*. Tesi Doctoral. INEFC. Universitat de Barcelona.

PARLEBAS, P. (1981). *Contribution a un lexique commenté en science de l'action motrice*. Publications INSEP. París.

SARMENTO, J. F. (1991). "Determinação de coeficientes para a valorização da observação do ataque em pólo aquático". Dins *Natação*, Vol. IV, Núm. 13. Lisboa, maig/juny.

Valoració de la intensitat de l'entrenament mitjançant la freqüència cardíaca en el voleibol

Gerard Moras

Professor de Voleibol de l'INEFC de Barcelona
Entrenador del programa de Concentració Permanent de la Residència Blume

Carlos Zurita

Llicenciat en Educació Física
Entrenador Nacional de Voleibol y preparador físic del programa de Concentració Permanent de la Residència Blume

Paraules clau

nivells, freqüència cardíaca, mètodes d'entrenament

Abstract

Trainers often take little notice of charge control in the technical-tactical orientation training in volleyball because of the great difficulty involved. In this article we propose to the heart rate recordings as a very useful means of evaluating the intensity of the different exercises with regard to the rhythm of execution, relating the training methods with the technical elements characteristic of volleyball. It is basic to be able to reach the technical-tactical objectives by controlling the intensity and the method of training with regard to the individual needs of the group and the period in which we are situated.

Resum

Tot sovint els entrenadors tenen descurança del control de la càrrega durant l'entrenament d'orientació tecnicotàctica en voleibol per la gran dificultat que això comporta.
En aquest article proposem utilitzar el registre de la freqüència cardíaca com un mitjà molt útil per valorar la intensitat dels diferents exercicis en funció del ritme d'execució. Es relacionen els mètodes d'entrenament amb els elements tècnics propis del voleibol.
És fonamental poder assolir els objectius tecnicotàctics controlant la intensitat i el mètode d'entrenament en funció de les necessitats individuals, del grup i del període en el qual estiguem ubicats.

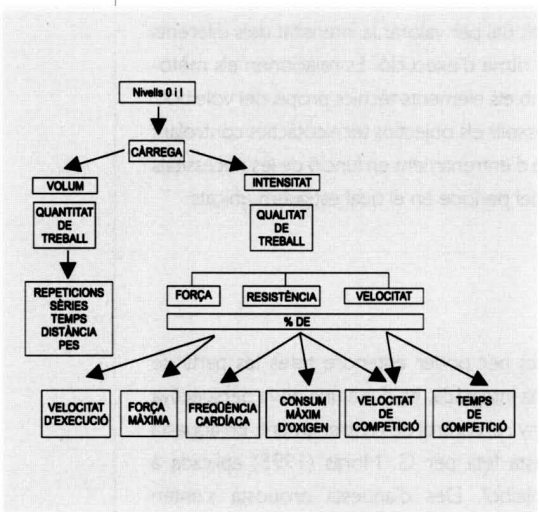
Introducció

La voluntat dels tècnics per poder entendre totes les parts de l'entrenament de forma integrada, ha dut a una nova perspectiva per optimitzar el disseny i el control de l'entrenament. En aquesta línia s'inclou la proposta feta per G. Moras (1995) aplicada a l'entrenament del voleibol. Des d'aquesta proposta s'entén l'entrenament com un sistema de sis nivells (del 0 al V), cada un amb característiques pròpies:

- Nivell 0: S'hi inclouen tots aquells exercicis de desenvolupament i enfortiment de la globalitat del cos. Les seves posicions corporals s'allunyen de les específiques del voleibol. Es pretén formar una base de totes les qualitats físiques amb càrregues de diferent orientació funcional, o també activar els mecanismes de regeneració després d'una càrrega d'entrenament elevada.
- Nivell I: S'hi inclouen aquelles tasques les estructures dinàmiques de les quals tenen certa similitud externa amb alguna de les tècniques específiques, i fan els moviments de manera que respecten els angles de treball que exigeix la tècnica esportiva. La sobrecàrrega és superior a la suportada en el joc i la musculatura entrenada és la que resulta determinant per al rendiment.
- Nivell II: També anomenat mètode transitori, correspondria a la preparació condicional específica. Els exercicis, no solament

NIVELL 0	Desenvolupament condicional, coordinatiu i cognitiu general
NIVELL I	Entrenament orientat de les capacitats físiques
NIVELL II	Entrenament físic tècnic
NIVELL III	Desenvolupament de les habilitats tècniques
NIVELL IV	Desenvolupament de la tàctica individual
NIVELL V	Entrenament fisicotècnic amb el propi pes corporal Entrenament fisicotècnic amb sobrecàrrega Entrenament tècnic complex • Combinació de dos o més recursos tècnics • Atac/contraatac Entrenament tecnicotàctic complex • Tàctica grupal • Tàctica col·lectiva Entrenament integral

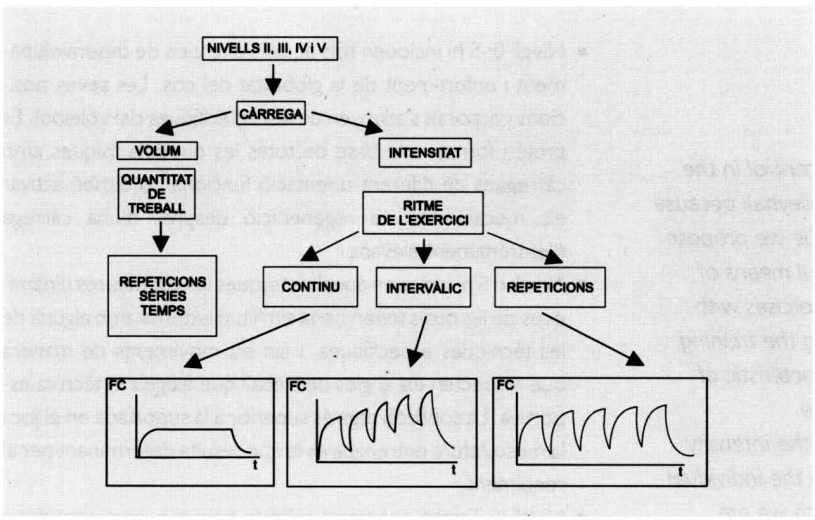
Quadre 1. Contingut dels diferents nivells d'aprenentatge, perfeccionament i entrenament esportiu (G. Moras, 1994).



Gràfic 1.

tenen similitud tècnica, sinó que també han de tenir correspondència en el tipus de contracció muscular i en el mecanisme de producció d'energia amb el real de competició. Es treballa amb petites sobrecàrregues, però sempre superiors a les de competició, per fer la transició entre el treball de força màxima i el de força-velocitat.

- Nivell III: En aquest nivell el jugador aprèn i perfecciona la tècnica esportiva.
- Nivell IV: Correspon al treball amb accions tecnicotàctiques senzilles. S'hi fan exercicis on la capacitat cognitivotàctica adquireix un paper fonamental.
- Nivell V: És l'entrenament integral, en el qual es dissenyen estructures en les quals participen diversos jugadors i on confluei-xen diferents elements físics, tècnics i tàctics. L'objectiu és transferir la preparació física, tècnica i tecnicotàctica a les condicions complexes del joc.



Gràfic 2.

En el quadre I es representen els continguts dels diferents nivells d'aprenentatge, perfeccionament i entrenament esportiu.

La càrrega d'entrenament en tots aquests nivells ve definida pel seu volum i la seva intensitat. En nivells d'entrenament 0 i I, ambdós paràmetres són fàcilment controlables (gràfic 1). Els aspectes quantitatius (volum) es valoren comptabilitzant les sèries, les repeticions, el temps o la distància recorreguda. Els aspectes qualitatius (intensitat) es valoren en percentatges de la velocitat d'execució o de força màxima en treballs de força; en percentatges de la freqüència cardíaca, del consum d'oxigen, de la velocitat de competició o de la concentració de lactat en treballs de resistència; o en percentatge del temps de competició en els treballs de velocitat.

En el nivells II, III, IV i V el volum es continua valorant mitjançant el nombre de sèries, de repeticions o el temps d'execució, però avaluar la intensitat del treball en els nivells en els quals se duen a terme accions fisicotècniques es complica moltíssim. La dificultat de fer servir els percentatges de força màxima, de velocitat d'execució o la concentració de lactat com a indicadors de la intensitat ens planteja la necessitat de fer servir d'altres mètodes per no descurar el control de la càrrega d'entrenament en aquest nivells. La simplicitat de la valoració, els estudis en camps fets (Fardy, P.S.; Hritz, M.G; Hellerstein, H.K (1976) i la relació directa que guarda amb l'adaptació individual del subjecte a l'estímul concret de l'entrenament, fan de la freqüència cardíaca un mitjà molt útil perquè l'entrenador valori la intensitat dels diferents exercicis en funció del ritme d'execució (Gràfic 2).

Basant-nos en la classificació de Zintl (1991), qualsevol exercici d'entrenament pot categoritzar-se en els següents mètodes de treball:

–*Continus*: Consisteixen en una càrrega ininterrompuda i efectiva per a l'entrenament durant un llarg període de temps. El treball continu pot ser de tipus:

- Harmònic: No presenta canvis d'intensitat.
- Variable: Es canvia la intensitat de forma sistemàtica dins de certs marges (per exemple, entre 140 i 160 pulsacions/min.
- Fartlek: El canvi de ritme en l'exercici no és sistemàtic.

– *Interválics*: Es caracteritzen per una alternança sistemàtica entre fases d'esforç i descans. Es caracteritza perquè en les fases de descans, les recuperacions no són completes (arriba a 120-130 pulsacions/min). En voleibol, els treballs interválics poden ser de tipus:

- Extensiu amb intervals mitjans: La durada de la càrrega és de 60-90 segons i el volum de 12-15 repeticions. La recuperació és d'1- 2 minuts.
- Intensiu amb intervals curts: La durada de càrrega és de 20-30 segons i el volum de 3-4 repeticions i 3-4 sèries. La recuperació és de 2-3 minuts entre repeticions i de 10-15 minuts entre sèries.
- Intensiu amb intervals extremadament curts: La durada de la càrrega és de 8-10 segons i el volum de 3-4 sèries i 3-4 repeticions. La recuperació és de 2-3 minuts entre repeticions i de 10-15 minuts entre sèries.

– *Repeticions*: La característica comuna és l'aplicació de càrregues repetides i molt intenses amb descansos complets intercalats (s'arriba a 100 pulsacions/min). En el voleibol els mètodes de repeticions amb temps de càrrega curts són els més apreciats perquè presenten una clara concordància dinàmica amb el joc real. La durada de la càrrega és de 20-30 segons com a màxim, el volum de 6-8 repeticions i la recuperació es completa (uns 6 - 8 minuts)

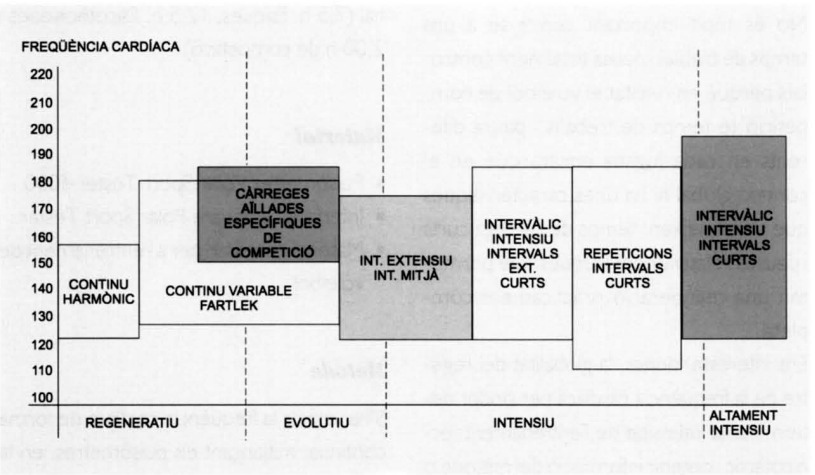
–*Càrregues aïllades específiques de competició*: Es fa servir la competició com un mitjà d'entrenament. Es pot fer un partit normal augmentant la intensitat però reduint el volum (nombre de sets) o amb una intensitat menor, però jugant-se més temps de l'habitual.

La relació entre aquests mètodes de treball i els tipus d'esforç que es duen a terme durant l'entrenament del voleibol es mostren en el gràfic 3.

La utilització d'aquests mètodes ha estat poc considerada en la realització d'exercicis tecnicotàctic, donada la gran dificultat

TIPUS D'ESFORÇ	EFECTES DE L'ESFORÇ	ACCIONS TÈCNIQUES
Continu harmònic	Regeneratiu	Dits Avantbraços Desplaçaments defensius Sacades
Continu variable o fartlek	Regeneratiu o evolutiu	Dits Abantbraços Desplaçaments defensius Defensa en camp Sacades
Interválic extensiu amb intervals mitjans	Evolutiu o intensiu	Desplaçaments defensius Defensa en camp Rematada Bloqueig
Interválic extensiu amb intervals curts	Intensiu o altament intensiu	Desplaçaments defensius Rematada Bloqueig
Interválic intensiu amb intervals extremadament curts	Intensiu	Desplaçaments defensius Defensa en camp Rematada Bloqueig
Repeticions amb intervals curts	Intensiu	Desplaçaments defensius Defensa en camp Rematada Bloqueig
Càrrega aïllada específica de competició	**Regeneratiu o evolutiu**	**Totes**

Quadre 2.



Gràfic 3.

		NOIS	NOIES
Edat en anys	X	15,8	15,9
	SD	0,5	0,4
Pes en kg	X	76,7	67,0
	SD	7,3	4,9
Alçada en cm	X	188,5	178,0
	SD	4,9	1,7

Quadre 3. Edat i característiques morfològiques de la mostra.

d'ajustar el temps de treball i el temps de pausa establerts en la bibliografia a la dinàmica dels exercicis. Probablement és molt difícil un entrenament si s'està totalment condicionat per un temps d'execució estricte, encara que cal disposar d'elements que informen sobre la durada i la intensitat relativa de la càrrega física de l'exercici.

No és molt important cenyir-se a uns temps de treball i pausa totalment controlats perquè en realitat el voleibol de competició té temps de treballs i pausa diferents en cada jugada encara que en el context global hi ha unes característiques que el defineixen; temps de càrrega curts i pauses relativament llargues que permeten una recuperació pràcticament completa.

Ens interessa, doncs, la globalitat del registre de la freqüència cardíaca per poder determinar la intensitat de l'entrenament tecnicotàctic i obtenir informació del mètode o mètodes d'entrenament que han estat utilitzats. En realitat la forma de procedir més eficient és dissenyar l'entrenament tecnicotàctic utilitzant els mètodes d'entrenament més adequats en funció del període en el qual estem i les necessitats individuals i del grup.

L'ordenació temporal dels diferents mètodes permetrà una millora del rendiment en joc de cada jugador, a més d'una optimització del rendiment condicional a causa de la integració de les preparacions física i tecnicotàctica.

Objectius

- Controlar la intensitat dels exercicis en funció de la freqüència cardíaca en els nivells II, III, IV i V.
- Relacionar els mètodes d'entrenament amb les accions tècniques característiques del voleibol.

Material i mètode

Han participat en aquest estudi un total de 25 jugadors (13 noies i 12 nois) les seves característiques les trobem a la taula 2

La mostra pertany al programa Especial de Tecnificació becat per la Direcció General de l'Esport i la Federació Catalana de Voleibol. Tots els jugadors estan concentrats en la Residència Blume de Barcelona, i fan un volum de 22 hores d'entrenament setmanal (7,5 h. físiques, 12,5 h. fisicotècniques i 2,00 h de competició)

Material

- Pulsòmetres Polar Sport-Tester 4000
- Interface i software Polar Sport Tester.
- Material necessari per a l'entrenament de voleibol.

Mètode

S'ha valorat la freqüència cardíaca de forma continua, mitjançant els pulsòmetres, en la realització d'exercici tecnicotàctics durant diversos entrenaments a diferents jugadors. Posteriorment s'ha tractat la informació de forma gràfica mitjançant el software Polar Sport Tester.

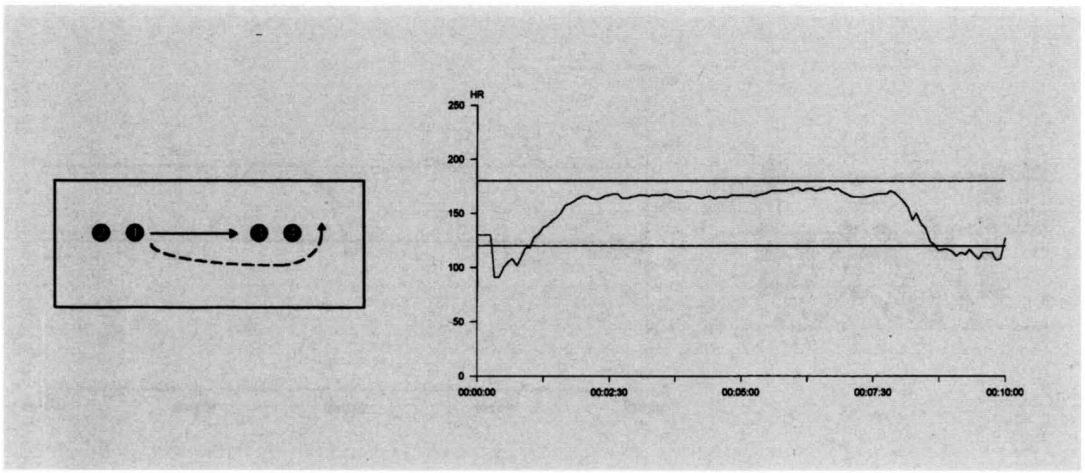
Resultats

Es presenta a continuació i de forma gràfica alguns dels registres obtinguts a partir de la realització de diferents exercicis tècnics i tecnicotàctics.

Comprovem com la intensitat de treball en els nivells II, III, IV i V vindrà determinada pels elements tècnics que intervenen en els exercicis, així com les dinàmiques de treball proposades per l'entrenador. El quadre 2 ens mostra els efectes sobre l'organisme així com els mètodes de treball que podem utilitzar en funció dels elements tècnics. Els exercicis en què intervinguin únicament accions de dits, avantbraços o sacades seran, generalment, d'intensitats moderades o baixes i tindran efectes regeneratius o evolutius sobre l'organisme. Amb aquests exercicis realitzarem esforços de tipus continu harmònic o variable, de diferent intensitat en funció del nombre de jugadors i la dinàmica proposada. Si es realitzen accions que involucren un major nombre de grups musculars de forma més intensa (accions de rematada, bloqueig o defensa en camp) obtindrem sobre l'organisme efectes intensius o altament intensius. Seran, doncs, aquests exercicis els que conformaran els mètodes de treball intervàlics i de repeticions, ja que amb aquells es podran aconseguir pics d'intensitat superiors que amb accions de dits o avantbraços. S'ha de destacar que els desplaçaments defensius seran l'únic element tècnic que es pot treballar, en combinació amb altres elements tècnics, amb tots els mètodes de treball i obtenir així diferents efectes sobre l'organisme en funció del tipus d'exercici.

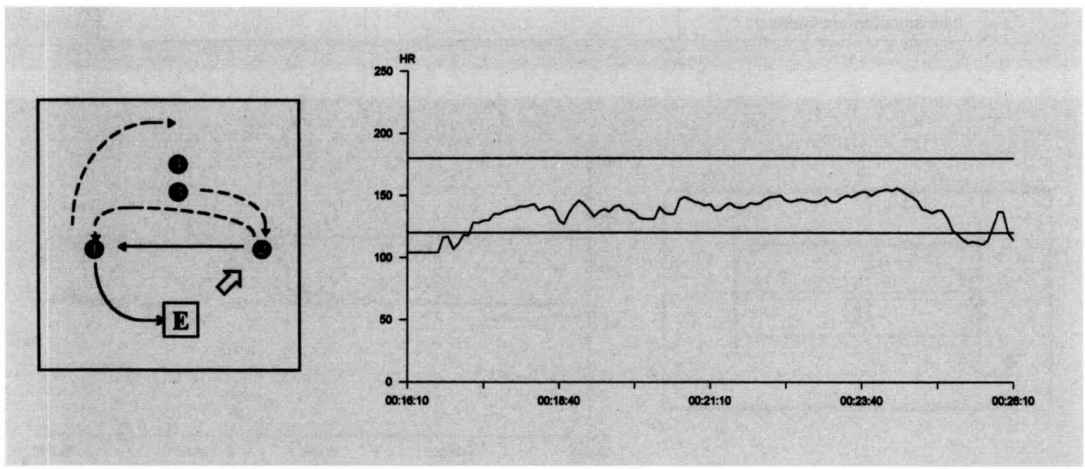
El registre de la freqüència cardíaca de l'entrenament ha d'analitzar-se per a determinar si s'han assolit els objectius establerts prèviament i d'aquesta manera poder realitzar les modificacions necessàries. Com exemple podem comprovar que la intensitat en la roda d'avantbraços de 5 jugadors en la xarxa no ha estat l'adequada i, per tant, hem de modificar el nombre de jugadors fins a ajustar el ritme cardíac a les necessitats. Aquest exemple és extensible a tots els exercicis i a totes les sessions d'entrenament.

CONTINU HARMÒNIC		
CARACTERÍSTIQUES	**ELEMENT TÈCNIC**	**DINÀMICA DE TREBALL**
Sense canvis d'intensitat FC: 120-160 b/min Regeneratiu	Dits Avantbraços Desplaçaments defensius Sacades Combinació dels anteriors	Individual Parelles Rodes (4-5 jugadors) Figures geomètriques



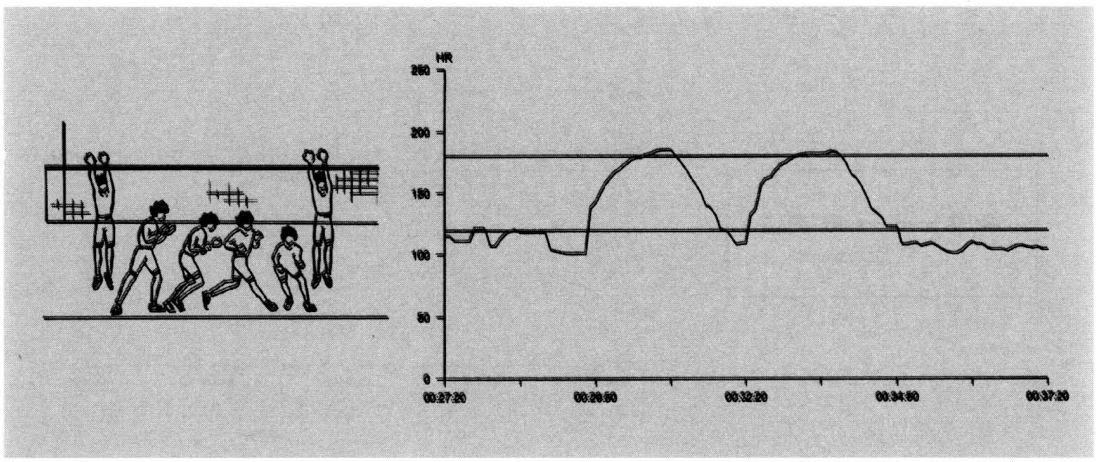
Gràfic 4. Registre de freqüència cardíaca. Roda de dits de tres jugadors.

CONTINU VARIABLE		
CARACTERÍSTIQUES	**ELEMENT TÈCNIC**	**DINÀMICA DE TREBALL**
Amb canvis d'intensitat FC: 140-160 b/min Regeneratiu/evolutiu	Dits Avantbraços Desplaçaments defensius Defensa en camp Sacades Combinació dels anteriors	Individual Parelles Rodes (3-4 jugadors) Figures geomètriques



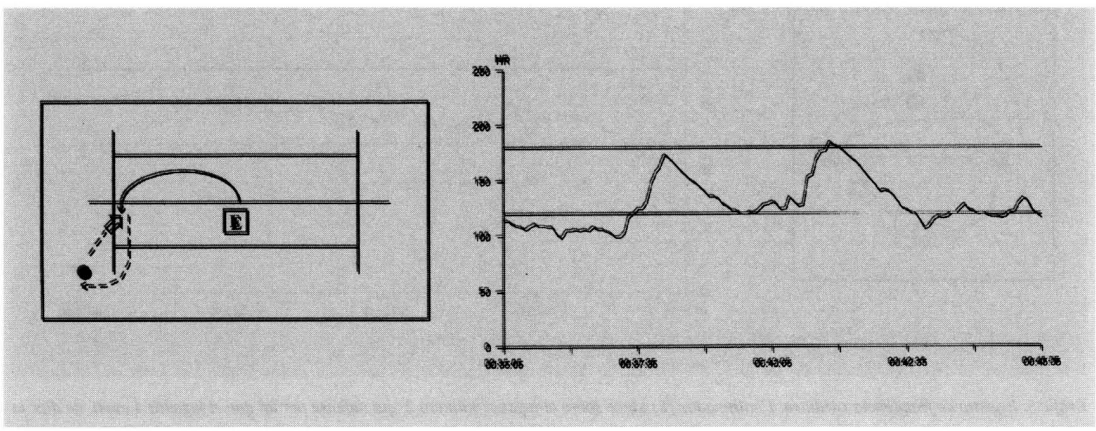
Gràfic 5. Registre de freqüència cardíaca. L'entrenador (E) ataca sobre el jugador número 2, qui defensa per tal que el jugador 4 enviï, de dits, la pilota novament cap l'entrenador per començar un altre cicle. Un cop realitzada l'acció corresponent els jugadors roten en el mateix sentit que les agulles del rellotge.

INTERVÀLIC EXTENSIU IM		
CARACTERÍSTIQUES	**ELEMENT TÈCNIC**	**DINÀMICA DE TREBALL**
Durada càrrega: 60-90" Volum: 12-15 rep. Recuperació: 1-2 min FC: 120-170 b/min	Desplaçaments defensius Defensa en camp Rematada Bloqueig Combinació dels anteriors	Individual Parelles Rodes (4-5 jugadors) Figures geomètriques



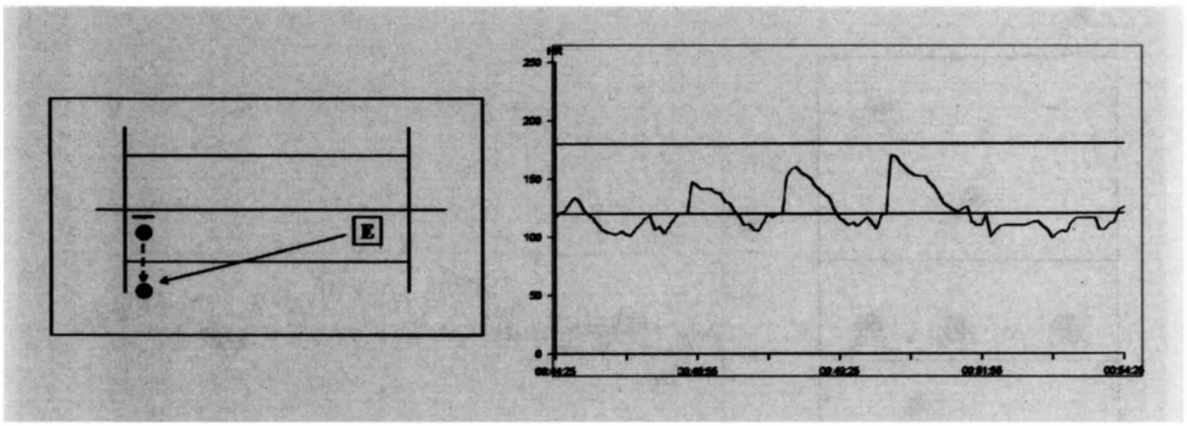
Gràfic 6. Registre de freqüència cardíaca. 30" bloqueig amb pas afegit, 30" pas creuat i 30" de bloqueig estàtic.

INTERVÀLIC INTENSIU IC		
CARACTERÍSTIQUES	**ELEMENT TÈCNIC**	**DINÀMICA DE TREBALL**
Durada de la càrrega: 20-30" Volum: 3-4 rep. Sèries: 3-4 Recuperació rep.: 2-3 min Recuperacio sèr.: 10-15 min FC: 120-200 b/min Intensiu/altament intensiu	Desplaçaments defensius Rematada Bloqueig Defensa en camp	Individual Parelles Exercicis combinats



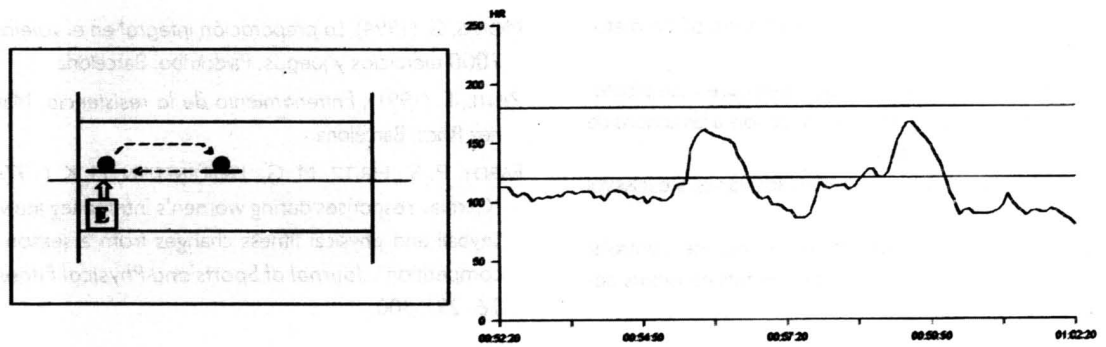
Gràfic 7. Registre de freqüència cardíaca. 20" rematada consecutiva des de zona IV.

INTERVÀLIC INTENSIU I EX. C		
CARACTERÍSTIQUES	**ELEMENT TÈCNIC**	**DINÀMICA DE TREBALL**
Durada de la càrrega: 8-10" Volum: 3-4 rep. Sèries: 3-4 Recuperació rep: 2-3 min Recuperació sèr: 10-15 min FC: 120-190 b/min Intensiu	Desplaçaments defensius Defensa en camp Rematada Bloqueig	Individual Parelles Exercicis combinats



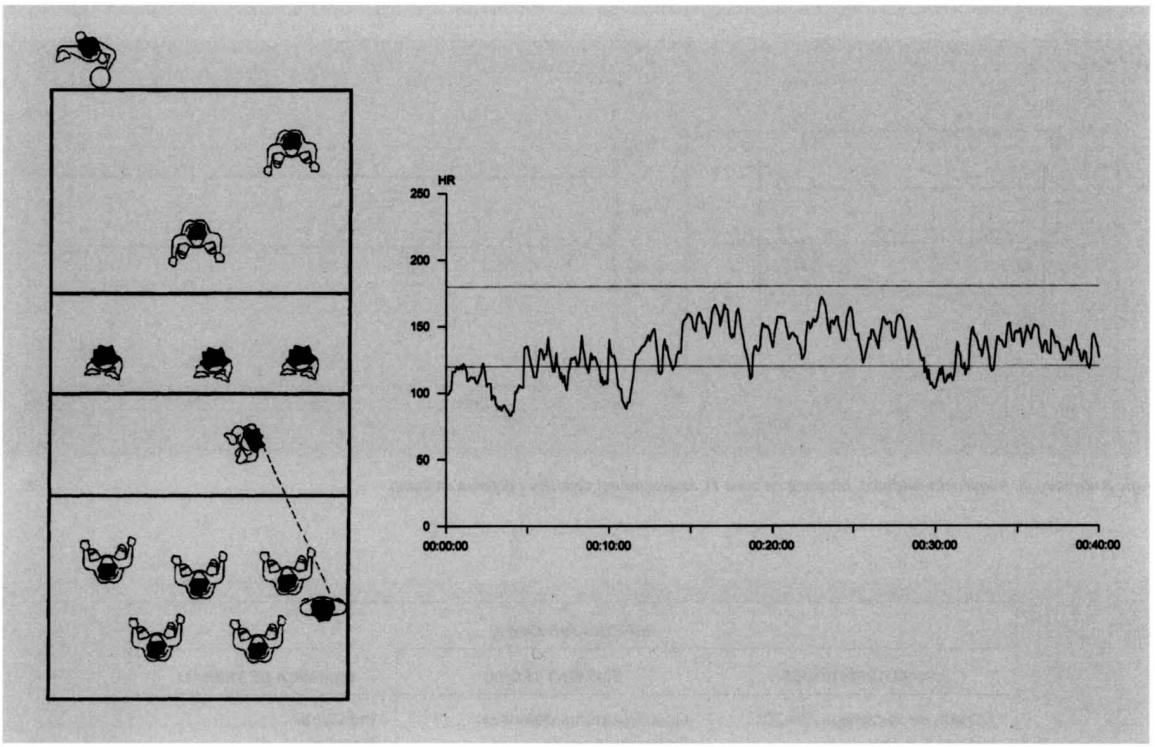
Gràfic 8. Registre de freqüència cardíaca. Bloqueig en zona IV desplaçament defensiu i defensa en camp.

REPETICIONS AMB IC		
CARACTERÍSTIQUES	**ELEMENT TÈCNIC**	**DINÀMICA DE TREBALL**
Durada de la càrrega: 20-30" Volum: 6-8 rep. Recuperació rep.: 6-8 min FC: 100-190 b/min Intensiu	Desplaçaments defensius Defensa en camp Rematada Bloqueig	Individual Parelles Exercicis combinats



Gràfic 9. Registre de freqüència cardíaca. Bloqueig, desplaçament defensiu i bloqueig amb pas creuat.

CÀRREGA AÏLLADA ESPECÍFICA DE COMPETICIÓ		
CARACTERÍSTIQUES	**ELEMENT TÈCNIC**	**DINÀMICA DE TREBALL**
Durada de la càrrega: variable Volum: variable Recuperació: variable Recuperació sèr.: 10-15 min FC: 150-180 b/min Regeneratiu/evolutiu	Tots	Competició



Gràfic 10: Registre de freqüència cardíaca. Partit de control.

Conclusions

- L'entrenador pot classificar els exercicis en funció del mètode de treball.
- Les accions de bloqueig, rematada i defensa en camp obtenen valors de freqüència cardíaca superiors a les accions de dits, avantbraços i sacades.
- Els desplaçaments defensius poden adaptar-se a qualsevol mètode de treball.
- Cal assolir l'objectiu tecnicotàctic a més de controlar l'exigència física de la càrrega, integrant tots els factors determinants del rendiment.

Bibliografia

MORAS, G. (1994), *La preparación integral en el voleibol. 1000 ejercicios y juegos*, Paidotribo, Barcelona.

ZINTL, F. (1991), *Entrenamiento de la resistencia*, Martínez Roca, Barcelona.

FARDY, P. S.; HRITZ, M. G.; HELLERSTEIN, H. K. (1976), "Cardiac responses during women's intercollegiate volleyball and physical fitness changes from a season of competition". *Journal of Sports and Physical Fitness, 16,* 291-300.

Visió i esport: cap a una metodologia integradora. Un exemple en el bàsquet

Joan Solé Fortó
Doctor en Ciències de l'Educació
Professor del Departament de Rendiment de l'INEFC LLeida
Preparador Físic del CAR. Sant Cugat

LLuïsa Quevedo
Professora de Visió i Esport
Departament d'Òptica i Optometria de l'Universitat Politècnica de Catalunya
Escola Universitària d'Òptica i Optometria de Terrassa
Directora tècnica del Centre de Visió del CAR

Marcel·lí Massafret
Professor de Bàsquet de l'INEFC Barcelona
Entrenador nacional de Bàsquet
Preparador Físic del CAR. Sant Cugat

Paraules clau
entrenament visual, entrenament integrat, Sicropat

Abstract

"Vision in sport" is a specialised section of optometry that consists of a group of techniques aimed at bettering and preserving visual function with the idea of raising sporting output, implying a process by which the visual behaviour needed in the practice of the different sporting disciplines are shown (Solé, 1996). In a large number of sports, the greater part of the information is received via the visual system. The importance of vision is sport, evidently will depend on its characteristics extrinsic and intrinsic. Rocagli (1990) makes a difference between sports of installations closed and open. The first are characterised by a stable context, with a boring or monotonous visual stimulation. Inside this group we can point out swimming, where the swimmer can close their eyes without endangering their performance. The second group is characterised by a dynamic atmosphere, in continuous change. They are those disciplines in which, to use the same analogy, the sportsmen can never shut their eyes, due to the situation of their opponents, the ball, etc., changes all the time.
In this article we concentrate on a sport of open context and super changeable; basketball.
Our proposal intends to include inside the classic content of basketball training, a visual component totally specific and connected with all the characteristics implicit in this sport. In this way, the same exercise, apart from carrying the usual technical, tactical, physical and psychological charge, can be completed with a visual one. For this reason, we always try to recommend tasks whose contents include different objects "useful tasks" that definitely provide the individual with a correct training from a global perspective of the game. To apply this philosophy it is necessary to count on a methodology, and evidently, a few ways. Our contribution is laid out in the following pages.

Introducció

La "visió en l'esport" és una àrea especialitzada de l'optometria que engloba un conjunt de tècniques encaminades a millorar i preservar la funció visual amb la finalitat d'incrementar el rendiment esportiu, que implica un procés mitjançant el qual s'ensenyen els comportaments visuals requerits en la pràctica de les diferents disciplines esportives (Solé, 1996).

En un gran nombre d'esports, la major part de la informació es rep a través del sistema visual. La importància de la visió en l'esport, evidentment dependrà de les seves característiques extrínseques i intrínseques. Rocagli (1990) diferencia entre esports d'entorn tancat i entorn obert. Els primers es caracteritzen per un context estable, d'estimulació visual poc variable o monòtona. Dins d'aquest grup podem destacar la natació, on l'esportista pot tancar els ulls sense que aquesta acció perjudiqui greument el seu rendiment.

El segon grup es caracteritza per un ambient dinàmic que canvia constantment. Són aquelles disciplines en les quals, i per utilitzar la mateixa analogia, l'esportista no pot tancar els ulls en cap moment, ja que la situació dels adversaris, pilota, etc... varia cada instant.

En aquest article ens centrarem en un esport de context obert i que canvia per excel·lència, el bàsquet.

La nostra proposta es resumeix a incloure dins dels continguts clàssics de l'entrenament del bàsquet, un component visual totalment específic i relacionat amb les característiques implícites d'aquest esport. D'aquesta manera, un mateix exercici, a part de comportar una càrrega tècnica, tàctica i

psicològica, també en té una de visual. Per aquest motiu, sempre intentarem recomanar tasques que en els seus continguts englobin diferents objectius, "tasques útils" que en definitiva proporcionen a l'individu un aprenentatge correcte des d'una perspectiva global del joc.

Per poder aplicar aquesta filosofia cal comptar amb una metodologia, i evidentment, uns mitjans. La nostra aportació es descriu en les pàgines següents.

Sistema visual i habilitats

Guyton (1993) corrobora que la visió és un procés sensomotor a través del qual són percebuts els objectes del medi que ens envolta. L'estímul excitant és la llum d'aquests mateixos objectes que arriba a la retina. La llum entra a l'ull a través de la còrnia (lent transparent situada a la part més exterior del globus ocular) que fa convergir els rajos de llum. Aquests continuen per la pupil·la (forat fosc central controlat per l'iris per regular la quantitat de llum que es dirigeix a la retina). Posteriorment, la llum arriba al cristal·lí (lent amb capacitat de variar la seva forma i potència), que ajuda a enfocar els raigs en la retina.

La retina és una membrana fotosensible situada al fons de l'ull. La màcula, una petita àrea prop del centre de la retina, és la zona de màxima agudesa visual (hi ha la màxima densitat de fotoreceptors). Al centre de la màcula hi ha una petita depressió: la fòvea (fig. 1).

Quan dirigim els ulls cap a alguna cosa que volem veure, els posem en línia perquè la llum vagi directament a la fòvea.

La retina és el lloc on la imatge primerament recollida per la còrnia i modificada al llarg del trajecte, és transmesa a través de missatges nerviosos transportats pel nervi òptic a les àrees visuals del cervell. Allà, bilions de cèl·lules funcionen per interpretar la informació que l'ull envia (fig. 2).

Com que la visió és un conjunt d'habilitats que els éssers humans no solament hereten a través d'informació genètica, sinó que també tenen tendència a aprendre, és evident que es pot entrenar i reeducar per tenir un més gran rendiment (Cohen 1988, Gilman 1988).

Quevedo i Solé (1990) distingeixen les següents habilitats visuals:

1r. Agudesa visual estàtica: Habilitat de discriminar un objecte en condicions de repòs del subjecte i de l'objecte.

2n. Agudesa visual dinàmica: Habilitat de detectar i reconèixer objectes en moviment per part d'un observador en repòs, objectes estàtics per un observador en moviment, o bé objectes en moviment per un observador que també es desplaça. Permet al jugador discriminar els objectes en moviment.

3r. Moviments oculars:

- De seguiment: utilitzats per mantenir la fixació visual sobre un objecte que es mou a una velocitat inferior a 40°/s. Permeten la persecució visual d'un objecte de forma uniforme, contínua i eficaç.
- Sacàdics: utilitzats per canviar de fixació d'un objecte a un altre del camp visual.
- Estabilitat de fixació.

4t. Visió perifèrica: Habilitat de reconèixer estímuls visuals en les diferents àrees del camp visual al voltant d'un objecte sobre el qual es fixa l'atenció.

5è. Flexibilitat acomodativa: Habilitat de canviar ràpidament l'enfocament d'objectes situats a diferents distàncies.

6è. Flexibilitat de fusió: Habilitat de coordinar ambdós ulls conjuntament i òpticament d'un a un altre objecte d'interès.

7è. Estereopsis: Habilitat de discriminar adequadament les distàncies.

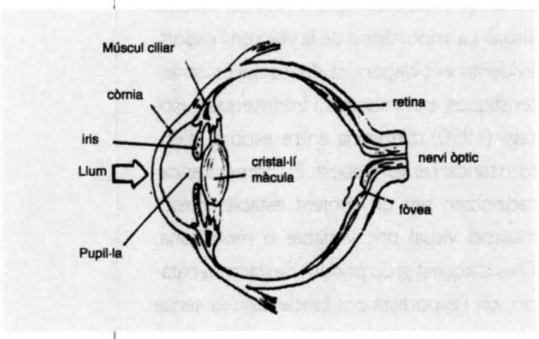


Figura 1.

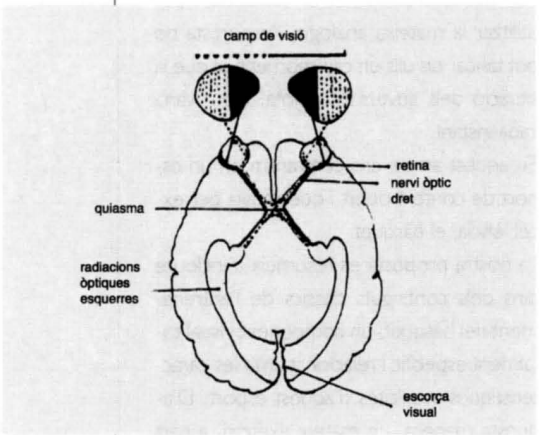


Figura 2.

Anàlisi de l'exploració visual del bàsquet

L'exploració visual es defineix com l'anàlisi del nostre espai visual a través de la conducta ocular (Papin, 1984). El coneixement de l'exploració visual adequada que s'ha de fer en el bàsquet ens definirà quin ha de ser el comportament visual que hem d'ensenyar als nostres jugadors en les diferents situacions de joc. Volem respondre amb seguretat a preguntes tan importants com: On he de mirar?, Què he de mirar?...

L'exploració visual en diversos esports ha estat analitzada per Bard *et al.* (1975-1976), Bard. *et al.* (1979), Bard *et al.* (1981), Milton (1952), Mourant *et al.* (1970-1972), Neboit (1982), Papin *et al.* (1984), Stern (1970), etc.

En el bàsquet, la informació visual procedeix dels desplaçaments de la pilota i dels moviments i col·locació dels adversaris i companys. Els estudis anteriorment citats de Bard destaquen que:

Les característiques de l'objecte en moviment, el temps d'exposició i l'angle de sortida, juguen un paper molt important en l'habilitat d'avaluar les trajectòries de la pilota. S'observen notables diferències entre experts i debutants.

Pel que fa a les altres fonts d'informació com la posició i els desplaçaments dels adversaris i companys, l'autor destaca la importància dels moviments oculars sacàdics, ja que permeten "saltar" visualment d'un element del camp visual a un altre, de manera ràpida i eficaç. Bard (1975) va observar, mitjançant l'oculòmetre NAC Eye-Mark System, que els jugadors experts en bàsquet feien menys fixacions oculars que els debutants (3,3 vs 4,9) per explorar un mateix estímul. També, va determinar que el temps d'aquestes fixacions era menor, i que el lloc on es feien aquestes fixacions variava en funció de l'experiència i el nivell del jugador. Els experts miraven un 24,5% de les vegades l'espai lliure, mentre que els debutants només ho feien en un 12,8% de les vegades. Aquesta diferència s'accentuava més en centrar-se en l'anàlisi de la primera fixació (índex que revela l'estratègia de recerca adoptada pel subjecte), on es va observar que l'expert cerca sistemàticament l'espai lliure (29,2%) mentre que el debutant fa la primera fixació sobre el defensor o principalment sobre el portador de la pilota.

Carrière (1978), citat per Bard (1981), també va observar que el temps de resposta augmentava quan el jugador podia optar per executar diferents respostes alternatives davant un mateix estímul. Així mateix, va concloure que el temps de resposta era menor en el experts que en els principiants i que en els dos grups es podia veure l'esmentat increment del temps de resposta com més gran era el nombre de possibles decisions.

Bard (1981) va constatar unes altres diferències entre experts i principiants: els experts tenen tendència a fer seqüències més grans de fixacions oculars al seu parell defensiu, mentre que els principiants fan un major nombre de fixacions sobre el seu parell ofensiu.

Podem acabar aquest apartat tot dient que la conducta visual sembla ser específica de la tasca a fer, i que l'exploració ocular depèn del nivell d'experiència dels jugadors, ja que com s'ha indicat, els experts fan menys fixacions oculars, controlen amb més freqüència el seu defensor i la seva resposta és més ràpida.

Comportament visual específic en bàsquet

La conducta visual és un tipus de comportament que es defineix com l'exploració visual a fer davant una determinada situació. Cada esport implica comportaments visuals específics diferents, i és funció dels entrenadors ensenyar als seus jugadors l'esmentat comportament. Com hem vist, en l'exploració del camp visual, els jugadors amb experiència presenten clares diferències davant els inexperts.

La nostra proposta d'entrenament integrat inclou en la seva metodologia, continguts que, a part de desenvolupar elements com la tècnica, la tàctica, la condició física i les habilitats psicològiques, desenvolupen també determinades habilitats visuals que estan relacionades amb el rendiment d'aquest esport i que al mateix temps ensenyen al jugador cap a on mirar i què mirar.

Pensem que el comportament i les habilitats visuals del jugador de bàsquet poden definir-se en funció del rol que desenvolupi en el camp. Així diferenciem el rol ofensiu i el defensiu. Dins del primer, trobem el jugador ofensiu amb pilota o sense pilota.

Rol ofensiu amb possessió de la pilota:

Visió de l'àrea central:

- En el seu camp visual, sempre ha de figurar el seu defensor directe i la ubicació del cèrcol.

Visió de l'àrea perifèrica:

- El jugador, a part de mantenir en la seva visió central el seu defensor directe i el cèrcol, ha de controlar la situació i les accions dels seus companys i de la resta de la defensa.

Rol ofensiu sense pilota:

Visió de l'àrea central:

- El jugador que desenvolupa aquest rol ha de situar en el seu camp visual central la pilota i la posició del posseïdor.

Visió de l'àrea perifèrica:

- El jugador ha de controlar la situació del cèrcol, la col·locació i els moviments del seu defensor directe així com de la resta dels seus companys i defensors.

Rol defensiu del jugador que defensa l'home amb la pilota:

Visió de l'àrea central:

- El jugador ha de situar la pilota i l'atacant (en el seu conjunt) sempre dintre del seu camp visual central.

Visió de l'àrea perifèrica:

- S'ha de controlar la situació i els moviments de la resta de jugadors, tant atacants com defensors.

Rol defensiu del jugador que defensa l'atacant sense pilota:

Visió de l'àrea central:

- El jugador ha de situar dins del seu camp visual central el seu atacant directe.

Visió de l'àrea perifèrica:

- La visió perifèrica adquireix una gran importància. El jugador ha de controlar l'home que té la pilota i les seves trajectòries. D'altra banda, també ha d'estar atent al moviment de la resta de jugadors.

Les necessitats visuals que es requereixen per poder fer aquests comportaments són les següents:

En el rol ofensiu amb la pilota: En primer lloc cal assegurar una excel·lent agudesa visual dinàmica i estàtica per poder veure amb la màxima nitidesa possible el cèrcol en una distància variable entre 10 i 15 metres. (La visió nítida del cèrcol és totalment necessària durant totes les accions tècniques ofensives com entrar a la cistella, tir, etc.). En segon lloc, s'impliquen els moviments sacàdics a prop-lluny (vegeu defensa-cèrcol-defensa) acompanyats d'una òptima funció acomodativa per assegurar una visió nítida en totes les distàncies implicades. Per cobrir les necessitats del camp visual perifèric cal gaudir d'una visió perifèrica que asseguri un angle el més obert possible.

Pel que fa a la resta de rols esmentats anteriorment, a part de tenir en comú les habilitats habituals pertanyents al rol del jugador ofensiu amb pilota, s'inclouen els moviments oculars de seguiment i sacàdics, necessaris per a la contínua i correcta localització de la pilota en el camp.

Entrenament visual aplicat al bàsquet

Dins de l'especialitat optimètrica anomenada "Visió i Esport", l'entrenament visual constitueix, actualment, una de les més fascinants i prometedores àrees d'actuació.

L'entrenament visual en l'esport s'estructura en tres grans etapes:

1. Entrenament visual general: el seu objectiu principal es concreta a proporcionar a l'individu un òptim nivell de funcionalitat visual en general.
2. Entrenament visual específic: que es duu a terme considerant les necessitats específiques del subjecte (en aquest cas el jugador de bàsquet).
3. Entrenament visual integrat amb elements tècnics, tàctics, físics, psicològics, et. (Quevedo i Solé, 1994).

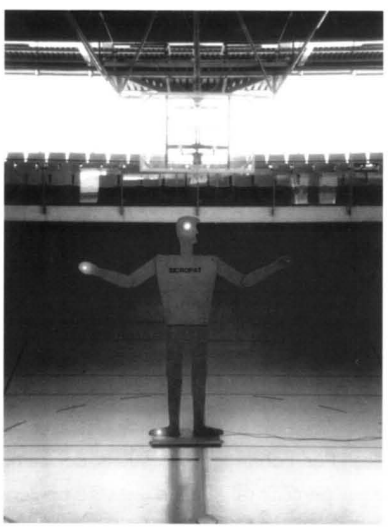


Figura 3.

Mentre que l'entrenament visual general i específic és plena competència de l'especialista de la visió, l'entrenament visual integrat requereix d'una aportació interdisciplinar per aconseguir els resultats esperats. Així, inclourem dins dels continguts clàssics del bàsquet unes indicacions referents a la conducta visual a seguir durant la execució de l'exercici.

D'aquesta manera, el jugador aprendrà simultàniament ambdós comportaments.

D'altra banda, en la progressió de l'ensenyament hem de seleccionar exercicis que proporcionin fàcilment la conducta visual adequada. De forma general i basant-nos en les aportacions de Pinaud (1983) proposem el següent ordre metodològic:

A nivell d'iniciació, partim d'entrenar situacions on predominen les accions en el camp visual central, i on les necessitats en el camp visual perifèric siguin petites. Per exemple, situacions on es duu a terme una fixació sobre el cèrcol, i es controla mitjançant la visió perifèrica la pilota, un jugador situat a prop, etc.

A nivell d'especialització, proposem avançar i mantenir l'atenció en el camp central i obrir progressivament l'angle de la visió perifèrica. Per exemple, el jugador amb pilota ha de fer una fixació sobre el cèrcol i controlar perifèricament les accions de dos jugadors.

A nivell d'alt rendiment actuarem amb tècniques optomètriques, mitjançant les quals potenciarem el desenvolupament de les habilitats visuals implicades. Inclourem dins d'aquestes situacions visuals, alguns elements optomètrics com poden ser les lents positives i negatives, prismes, filtres, etcètera.

Mitjans

Evidentment, i com ja hem esmentat, a part de comptar amb els mitjans tradicionals que ofereix l'optometria, per obtenir aquest comportament visual tan específic, cal integrar l'entrenament visual amb l'entrenament tècnic, tàctic, físic i psicològic. Per a això pot resultar interessant utilitzar el ninot d'entrenament visual "Sicropat" (Solé i Quevedo, 1994). Aquest ninot està dissenyat per poder desenvolupar les habilitats visuals paral·lelament a les tècniques, tàctiques, físiques i psicològiques. En el context visual, aquest instrument ofereix la possibilitat d'entrenar la visió perifèrica, els moviments sacàdics i el temps de reacció visual, conjuntament amb elements tecnicotàctics de les diferents disciplines esportives en les quals pot ser utilitzat.

Les característiques tècniques del "Sicropat" es resumeixen en: ninot de 1,85 m d'alçada, amb braços i cames articulats. En cada mà i cada peu té instal·lat un pilot lluminós d'una potència de tres wats (fig. 3). De la mateixa manera, també hi ha un pilot lluminós en el centre del rostre.

L'activació i desactivació dels pilots lluminosos es realitza mitjançant un programa informàtic específicament dissenyat per a l'ús.

Els continguts

Continuant amb la metodologia integradora anteriorment plantejada, a continuació proposarem el següent exercici a tall d'exemple:

Mitjans: Pilota i ninot d'EV Sicropat.
Mètode d'entrenament: Fraccionat intensiu llarg.
Volum total: 15 minuts.
Intensitat: VO_2 max.
Repeticions: 3x5 minuts/5x3 minuts.
Descans: 3 minuts.

Descripció i desenvolupament de l'exercici:

En el camp del bàsquet col·loquem el ninot "Sicropat" en la línia de tir lliure. Tres jugadors amb pilota se situen darrera de la línia de 6,25 m. El jugador amb pilota ha de superar el ninot amb entrada a cistella pel costat contrari al pilot lluminós activat. Per fer-ho podrà utilitzar diverses tècniques com: canvi de mà, revers, etc... En tot moment,

haurà d'alternar la seva mirada entre el pilot lluminós del cap del "Sicropat" i el cèrcol, amb la prohibició expressa de mirar la pilota. Després de la seva entrada, el jugador tornarà a la fila (figs. 4 i 5).



Figura 4.



Figura 5.

Qualitats i habilitats integrades:

Habilitats tècniques: Tècnica bàsica individual.

Habilitats tàctiques: Sobrepassar al defensa, costat feble, costat fort.

Qualitats físiques: Resistència: potència aeròbica.

Habilitats visuals: Visió central, moviments sacàdics prop-lluny, flexibilitat acomodativa.

Habilitats psicològiques: Concentració, focus atencional.

Conclusions

Els autors opinen que l'entrenament de les habilitats visuals i l'aprenentatge del comportament visual específic pot resultar molt útil en el món del bàsquet. La inclusió i sistematització de la càrrega visual en els continguts clàssics d'aquest esport pot comportar millores en el rendiment esportiu en aquesta disciplina.

La utilització de la metodologia integradora permet entrenar tots els elements que comporten el rendiment esportiu (tècnica, tàctica, qualitats físiques, psicològiques, visuals) en una mateixa sessió d'entrenament. Aquesta estratègia permet fer entrenaments més motivants, complets i específics.

Bibliografia

BARD, C.; FLEURY, M.; CARRIERE, L. (1975), "La Strategie perceptive et la Performance Sportive". *Movement, 3*, pp. 163-83.

BARD, C. i FLEURY, M. (1976), "Analysis of Visual Search Activity during Sport Problem Situations". *Journal of Human Movements Studies, 3*, pp. 214-222.

BARD, C.; GUEZENNEC, Y.; PAPIN, J. P. (1981), "Esgrime: Analyse et Exploration Visuelle". *Medecine du Sport, 4*, pp. 22-28.

COHEN, A. H. (1988), "The efficacy of optometric visual therapy". *J. Am. Optom.Assoc.*, 59 (2), pp. 95-105.

GILMAN, G. (1988), *Behavioral Optometry*. Paradox Publishing. Quincy, Califòrnia.

GUYTON, A. G. (1992), *Tratado de Fisiología Médica*. 8ª Edición. Editorial Interamericana-Mc. Graw & Hill, Madrid.

MILTON, J. L. (1952), "Analysis of Pilot's Eye Movements in Flight". *The Journal of Aviation Medicine, 2*, pp. 67-76.

MOURANT, R.; ROCKWELL, T. H. (1972), "Strategies of Visual Search by Novice and Experienced Drivers". *Human Factors. 14*, pp. 325-335.

NEBOIT, M. (1982), "L'Exploration visuelle du conducteur". *Cahier d'Etude de l'ONSER, 56*, pp. 1-70.

PINAUD, F. (1993), "La percepción visual en el balonmano". *Congreso internacional de especialistas en balonmano*. INEF, Madrid.

PAPIN, J. P.; CONDON, A.; GUEZENNEC (1984), "Evolution de la Strategie de l'Exploration Visuelle d'enfants aprenant Esgrime". *Medicine du Sport. 58*, pp. 27-35.

QUEVEDO, LL.; SOLE, J. (1990), "Baloncesto: Habilidades visuales y su entrenamiento". *RED. Vol 4, 6*. pp. 9-19.

– (1994), "Metodología del entrenamiento visual aplicada al deporte". *XII Congreso Nacional de Óptica y Optometría y X Internacional de Lentes de Contacto*. Gijón: Colegio Nacional de Ópticos.

RIPOLL, H.; AZEMAR, G. (1987), *Traitement des informations visuelles prises de decision et réalisation de l'action en sport*. INSEP, París.

RONCAGLI, V. (1990), *Sports Visión*. Calderini, Bolònia.

SOLÉ, J. (1992), *Visión y Deporte: propuesta de una metodología específica e integradora*. Tesi doctoral, Universitat de Barcelona.

STERN, J.A.; BYNUM, J. (1970), "Analysis of visual Search Activity in Skilled and Novice Hellocopterpilots". *Aerospace medicine, 41*, pp. 300-305.

Dansa, música, jocs i formació..., ingredients de FESCAT, Escola Catalana de la Festa

El Centre de Promoció de la Cultura Popular i Tradicional Catalana posa en marxa una nova edició d'aquesta escola d'estiu.

El Centre de Promoció de la Cultura Popular i Tradicional Catalana de la Generalitat de Catalunya, amb la col·laboració de la Fundació Societat i Cultura, de les federacions culturals i de diverses entitats, realitzarà durant el proper mes de juliol una nova edició de la Festcat, Escola Catalana de la Festa. Aquesta iniciativa, que engloba quatre escoles d'estiu de cultura popular i tradicional, té com a objectiu combinar l'esperit festiu inherent a la temporada estiuenca amb una proposta de formació i de dinamització adreçada a les persones que s'hi volen acostar per primera vegada a aquest àmbit cultural i al públic que el vulgui conèixer més a fons. Professors de primària i de secundària, monitors d'esplai, guies i tècnics de turisme, animadors de gent gran, gestors culturals, tècnics de cultura i de joventut, membres de comissions de festes, de casals culturals, de centres de recursos educatius i d'associacions culturals seran els protagonistes d'aquesta proposta per viure uns dies d'estiu en un ambient de festa i d'aprofundiment de les nostres arrels i per conèixer altres persones que comparteixen interessos similars.

Enguany, la Festcat oferirà per un cantó el **Campus de Cultura Popular** que es desenvoluparà a Llívia (Cerdanya) del 19 al 25 de juliol i per l'altre oferirà les propostes monogràfiques d'anys anteriors: el **Curs de Dansa Tradicional *"Dansàneu"*** a Esterri d'Àneu (Pallars Sobirà), el **Curs de Jocs Tradicionals** a Horta de Sant Joan (Terra Alta) i el **Curs de Música Tradicional i Popular** a Vilanova i la Geltrú (Garraf), que se celebraran del 26 de juliol a l'1 d'agost.

L'activitat, així, seguint un criteri de territorialitat i de corresponsabilitat, es desenvoluparà en diverses comarques catalanes, amb la col·laboració de les corporacions locals, abraçant localitats del Pirineu, de les terres de l'Ebre i del nostre litoral. D'aquesta manera podem dir que el conjunt de l'Escola suposarà una porta oberta no tan sols a tots els àmbits de la cultura popular i tradicional, sinó, també, a una mostra representativa de la nostra geografia; una porta oberta que permetrà que els assistents coneguin diversos indrets de Catalunya i, com indica la denominació de l'activitat, visquin a fons el contingut de la Festa.

Del 19 al 25 de juliol, Llívia i tota la Cerdanya es convertiran en l'espai d'aprenentatge i intercanvi d'experiències dels participants del **Campus de Cultura Popular**. Aquesta escola d'estiu, amb una perspectiva multitemàtica presentarà diversos cursos de formació artística, xerrades de gestió cultural, tallers de pràctica artística, conferències d'interès sòciocultural, espectacles de nit a cinc poblacions de la comarca (Llívia, Alp, Bellver, Osseja i Puigcerdà), activitats de lleure cada vespre a la plaça Major de Llívia...

El Campus estarà estructurat de manera que es pugui seguir un dels 22 cursos temàtics durant el matí i escollir entre un o diversos tallers de tarda. Aquests tallers donaran als alumnes la possibilitat de seguir amb la mateixa temàtica dels cursos matinals, i així aprofundir-la i ampliar-la, o bé la de variar cada dia i participar en tallers de contingut ben diferent, "tastant", d'aquesta manera, aspectes no tan coneguts però també molt interessants. Aquests tallers, 29 en total, estan plantejats de manera experimental, vivencial i de pràctica compartida i comprenen temes com les arts escèniques, els jocs tradicionals, la interculturalitat, la telemàtica, la dansa, la música, la imatgeria, la artesania o els diables.

Així, doncs, el Campus està estructurat de tal manera que els assistents podran treballar durant sis dies amb professionals dels diferents sectors de la cultura popular i tradicional i podran gaudir d'una formació flexible a partir de les seves necessitats concretes.

La proposta de formació no pot, però, deixar de banda l'esperit festiu inherent a la temporada estiuenca i a la mateixa cultura popular i tradicional i tal com correspon a unes activitats de l'Escola Catalana de la Festa. L'ambient festiu impregnarà la vida del Campus. Així, el treball de tota la setmana s'enfocarà a la preparació i realització d'una festa adreçada als habitants de la comarca, festa que ha de ser un esclat d'alegria i ha de possibilitar que tothom sigui protagonista de la formació rebuda.

El **Curs de Dansa Tradicional *"Dansàneu"*** és ja una activitat arrelada a Esterri d'Àneu on se celebra des de fa set anys. Les matèries que aquest estiu es treballaran engloben un repertori de danses tradicionals catalanes documentades, el ball pagès d'Eivissa i Formentera i una introducció a una reflexió teòrica sobre la dansa. A les tardes es podrà escollir entre tres opcions: ball d'envelat, improvisació en dansa tradicional i didàctica aplicada per a fer dansar infants.

La part teòrica d'aquesta escola es complementarà amb presentacions de llibres sobre el cançoner de les Valls d'Àneu, una cercavila popular i la participació en balls tradicionals de les contrades.

La temàtica del **Curs de Música Tradicional i Popular** de Vilanova i la Geltrú es centrarà enguany en el tractament instrumental i vocal del repertori popular, el tractament modern del repertori tradicional, el tractament de compassos d'amalgama, el repertori popular de Mallorca, la percussió i les polifonies corses i la cançó mediterrània. Aquestes seran les matèries a treballar en aquest curs adreçat a professionals i estudiants de música. Junt amb l'activitat acadèmica, hi hauran col·loquis i jam-sessions al vespre. El darrer dia, a la nit, els professors i alumnes oferiran un concert de cloenda.

El **Curs de Jocs Tradicionals** d'Horta de Sant Joan es realitzarà per tercer any consecutiu. Aquest any els assistents treballaran de forma pràctica la interrelació dels jocs tradicionals amb la festa. L'aplicació d'un espai lúdic en un model festiu o la recerca i recuperació de jocs són alguns dels temes a tractar, juntament a altres matèries més pràctiques com un taller de construcció d'objectes per a jugar i joguines gegants. Un seguit d'activitats complementàries, debats, exposicions, concerts i balls completaran aquesta setmana de formació.

Festcat, Escola Catalana de la Festa, en el conjunt de les seves quatre escoles, esdevé un marc en què l'aprenentatge i l'intercanvi d'experiències representa per a tots els assistents no només un major coneixement de les matèries tractades sinó també una oportunitat de viure l'esperit festiu i participatiu propi de la cultura popular i un enriquiment personal fruit de la convivència i del treball conjunt. Us convidem, doncs, a aquesta iniciativa que ja en edicions anteriors s'ha demostrat com una eina interessant, i d'utilitat tant per al col·lectiu que treballa la cultura popular i tradicional com per a tots aquells que van aprofitar aquestes activitats per apropar-se per primera vegada a aquest àmbit.

Pepa Ninou i Pere
Gerent del Centre de Promoció de la Cultura Popular i Tradicional Catalana



Fòrum José M. Cagigal

Els esports tradicionals: aproximació antropològica

Salvador Olaso Climent

INEFC-Lleida

Paraules clau

antropologia cultural, sincretisme, rellotge de sorra postindutrial, filosofia de l'ambivalència, avenç retroprogressiu, etc.

Resum

El camí vers una comprensió del fet lúdic i esportiu en la societat actual, possiblement es basa en la incorporació de reflexions humanístiques i sociològiques que aportin arguments explicatius i/o interpretatius sobre l'esmentat fenomen.

En aquesta línia se situa aquest assaig, en el qual es pretén establir alguns del fonaments-guia de l'anàlisi de continguts des de la perspectiva de l'antropologia cultural, i és a partir d'una visió materialista de l'esport, que s'enfoca la imatge del significat festiu del joc tradicional, es recorre a l'assumpció d'una clara filosofia de l'ambivalència, per acabar incloent algunes de les pautes actuals de possible intervenció antropològica.

Introducció

Des del punt de vista de l'antropologia cultural, sembla plausible que una manera no massa dràstica d'oposar-se frontalment a les formes estranyes, consisteix a modificar els elements i, fins i tot, la seva interpretació, amb la qual cosa aconseguim acoplar-los i integrar-los. Aquest procés anomenat sincretisme afavoreix la no modificació de la cultura pròpia, encara que sí els aspectes originals de l'element integrat. D'aquí que, per analogia, podem considerar el joc esportiu fet tradició en un element natural i amb tendència a anomenar-lo autòcton.

També podem elaborar nocions basades en l'oposició joc-esport (1), així podem considerar que el joc tradicional sorgeix de

(1) SANZ, I: "La actualidad de los juegos tradicionales". *Encuentro de Deportes Autóctonos y Cultura Popular*. Universidad Internacional Menéndez y Pelayo (UIMP). Santander, agost, 1991.

baix (2), posseeix una estructura oberta (3), és comunicatiu, creatiu, espontani i intranscendent. Contràriament, l'esport sorgeix de dalt, posseeix una estructura tancada, és eminentment competitiu, alienant i té un afany transcendent. La idea d'esport tradicional implicaria una participació d'ambdues nocions, ja que en aquest tipus d'esport apareixen les connotacions esportives, ja vistes, fonamentalment en els dies de festa o dies especials. Així aconsegueixen una funció ritual.

En aquesta línia de pensament, caldria dir que els esports tradicionals que vulguin seguir la direcció federativa, perdran el component intranscendent i festiu que caracteritza els jocs tradicionals. D'aquesta manera, si se segueix la reflexió, podem concretar que la veritable activitat lúdica es caracteritza per ser creativa perquè té una estructura oberta, tanmateix, en l'activitat ludiforme (4) es contemplen poques ocasions de crear, ja que, en tenir una estructura tancada, el jugador passa a ser un simple usuari del joc.

El joc esportiu des de la perspectiva de l'antropologia cultural

Tractar el tema del joc i l'esport tradicional, o qualsevol dels altres termes que s'emprin, pot, segons la nostra opinió, fer-se sota els auspicis de l'antropologia cultural, la qual integra el joc en un ampli context on es contemplen els estils de vida, socialment adquirits, de certs grups humans, que inclou les maneres pautades i recurrents de pensar, sentir i actuar (5).

Per conseqüent, el joc forma part de tot aquest complex que anomenem cultura, i que segons Tylor, comprèn coneixements, creences, art, moral, dret, costums i qualssevol altres capacitats i hàbits adquirits per l'home com a membre de la societat (6). No és possible, doncs, comprendre totalment aquest comportament humà si es desvincula del seu context, ja que en cas contrari perdria la seva autèntica raó de ser.

El joc esportiu, tan estrictament associat al dictat del principi del plaer del qual parlava Freud, posteriorment contestat per Marcuse sota la denominació de principi de rendiment (7), des de la visió materialista cultural, està inclòs en l'anomenat *patró universal*, el qual considera que totes les societats humanes generen dispositius culturals d'índole conductual i mental per poder organitzar i satisfer les necessitats de subsistència, reproducció, intercanvi de béns i treball, la vida en grups domèstics i grans comunitats, així com també les creacions de caràcter expressiu, esportiu, estètic i, fins i tot, els aspectes morals i intel·lectuals de la vida en comunitat.

Aquests components s'agrupen a partir dels epígrafs següents (8):

a) La infraestructura

Que contempla:

- Les *maneres de producció*, és a dir la tecnologia i les pràctiques que s'empren per incrementar la producció bàsica de subsistència.
- Les *maneres de reproducció*, en base a la tecnologia i les pràctiques emprades per incrementar, limitar i mantenir la mida de la població. Demografia. Pautes d'aparellament.

b) L'estructura

En la qual s'inserten:

- L'*economia domèstica* que correspon a l'organització de la reproducció i producció bàsica per a l'intercanvi i consum, però limitada a la cèl·lula familiar, en la qual hi ha divisió domèstica del treball i on es produeix enculturació i socialització domèstica.
- L'*economia política* que organitza la reproducció i la producció, amb el consegüent intercanvi i consum, però entre bandes, poblats, caps d'estat, estats i imperis. És una organització política, de clubs, faccions i corporacions, en la qual s'inclouen sistemes d'impostos i tributs i en la qual es produeix enculturació i socialització política.

c) La superestructura

Que incorpora únicament les manifestacions de tipus conductual, com són: literatura, dansa, rituals, esports, jocs, hob-

(2) Caldria especificar que encara que els conceptes de *baix i de dalt* fan referència, respectivament, a allò popular i institucional, Ignacio Sanz seguint a García Calvo, prefereix utilitzar-los d'aquesta manera. El que si destaquem és la generació d'activitat lúdica a partir d'una proposta popular, de baix, o bé generada i controlada per una organització superior, o sigui, de dalt.

(3) Segons la nostra opinió, la diferenciació entre estructura oberta i estructura tancada implica la possibilitat d'una major o menor transcendència del joc. Les tancades es caracteritzen principalment per l'estabilitat dels seus elements intrasistèmics, els quals estan perfectament delimitats, pactats, controlats i normativitzats per instàncies superiors extrasistèmiques; per això, els efectes perversos que poden sorgir són automàticament reprimits quan el joc és trascendent. En canvi, les obertes proporcionen l'ocasió de generat variants; això es a causa del fet que, encara que posseeixin una estricta cohesió interna fruit del pacte i imprescindible per a la constitució del joc, com que és intrancendent, els possibles efectes perversos que puguin sorgir no són irremisiblement reprimits, sinó que, poden ser novament pactats i integrats si la voluntat dels jugadors així ho considera.

(4) Expressió de Joaquím Giró en "El juego: tradición y cultura". *Encuentro de Deportes Autóctonos y Cultura Popular*. Universidad Internacional Menéndez y Pelayo. (UIMP). Santander, agost, 1991.

(5) HARRIS, M: *Introducción a la antropologia cultural*. Madrid, Alianza, 1986, p. 123.

(6) Citat per Harris en *Introducción a la antropologia cultural*. Cit., p. 123.

(7) L'antinomia principi del plaer-principi de rendiment, adquireix una àmplia base psicoanalítica, i simplifica la teoria freudiana de l'instint i la sublimació. Encara que sembla ser que tal contradicció no existeix totalment, ja que posseïm una especie de plaer abstracte pel rendiment, aquest plaer que s'espera en el futur amb la consciència d'haver *fet quelcom*, o d'haver-ho aconseguit. LENK, H. "Sobre la crítica al principio de rendimiento en el deporte" en LÜSCHEN i WEIS, K.: *Sociología del deporte*. Valladolid, Miñón S.A. pp. 133-141.

(8) HARRIS, M.: *Introducción a la antropología cultural*. Cit. pp. 131-132.

bies, ciència i en general l'existència universal d'activitats creatives, expressives, estètiques, ludicoesportives, religioses i intel·lectuals dels diferents pobles i comunitats.

A partir d'aquest patró universal, el materialisme cultural proposa el principi del *determinisme infraestructural*, amb el qual se sosté que les maneres "ètic" i conductuals de producció i reproducció determinen "probabilísticament", l'estructura, la superestructura i tots els components "emic" i mentals dels sistemes socioculturals (9).

Per aquesta raó, es pot considerar que els jocs esportius estan determinats per les maneres de producció i de reproducció que caracteritzen a les societats, és a dir, en cada grup social, els seus esports constituiran un reflex de la seva pròpia organització infraestructural.

En principi, sembla acceptable pensar que en les societats rurals així com en les urbanes, el tipus d'organització productiva és diferent. Cada una correspon a un sector diferent de l'economia. En aquest cas, les manifestacions creatives i esportives també ho seran.

Contradictòriament, segons l'opinió de Massimo Cannevacci (10), en la societat postindustrial, el determinisme cultural al qual apunten els materialistes culturals, no es dóna. És més, actualment, l'esport produeix valors i mercaderies pròpies de les organitzacions de producció, amb la qual cosa sembla evident que aquest determinisme creat a partir de la ideologia dialecticomarxista, actualment no tingui sentit (11).

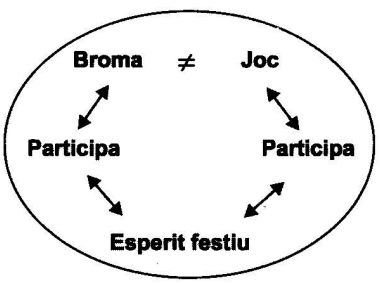
El significat festiu del joc tradicional

La idea de joc emparentada amb la tradició proporciona una clara connotació festiva.

Efectivament, la festa és aquest període de temps durant el qual es manifesten més procaçment les activitats lúdiques. Representa el marc en el qual s'inserta el joc tradicional. En ella, el cos, la pràctica corporal tenen una gran importància: dansa, ornaments personals, vestimenta, jocs físics, gastronomia, etc., conformen els ingredients imprescindibles per adornar-la.

Així s'aconsegueix que durant aquest temps canviï la vida, es trenca amb les condicions monòtones i alienants que proporciona tot allò que és quotidià, hom és més tolerant i apareix la broma com a factor determinant amb el seu sentit ritual i d'iniciació. Si l'individu suporta el joc iniciatori, aquest és acceptat socialment. En aquest sentit, la broma desenvolupa una funció de tamís social, semblant a la que té el malnom.

Encara que els conceptes de broma i joc no són equivalents, sí que podem acceptar que ambdós formen part del mateix esperit festiu que els caracteritza.



Per això, resulta convenient diferenciar les activitats ludicofestives, segons sigui l'origen de la festa en la qual s'inserta, ja que hi ha festes amb marcat accent propi, particular –d'un sol lloc– i d'altres, en canvi, tenen un més gran abast universal. En les festes espontànies, aquelles que neixen en virtut de l'emoció del moment, el joc proporciona un caràcter subversiu; contràriament, quan la festa és més tradicional, amb suport i finançada institucionalment, el joc adquireix un component integrador més gran.

Envers una filosofia de l'ambivalència en el joc esportiu

Per a Salvador Paniker (12), la major part de la història de la ciència, i fins i tot de la cultura, es destaca pel constant moviment d'allunyament de l'origen, que de forma paradoxal, alimenta l'interès de tornar a trobar-lo. Per tant, hi ha una ambivalència en la qual la distància d'allò real imposa una major aproximació crítica a allò real.

Això significa que tot avançament ha de ser conseqüentment *retroprogressiu* (13), ja que els costos del progrés excedeixen als seus avantatges; en cas contrari la distància a l'origen exaspera i arriba un moment en el qual les paraules només parlen d'altres paraules, amb la qual cosa ningú no sap de què es tracta. Es poden construir discursos sofisticats sobre l'art de viure, però ser incapaços de viure.

A l'intentar un model del joc esportiu basat en una filosofia de l'ambivalència, es tractarà en primer lloc de comprendre que el pluralisme significa la fallida del mite de la unitat i de l'ordre, ja que la incertesa pertany a l'estatut de la realitat i els homes han d'acostumbrar-s'hi.

L'ordre i el desordre són dues cares d'una mateixa moneda, en la qual l'ordre establert només representa un més dels ordres possibles que es poden considerar, per això convé evitar una inveterada confusió pel que fa a les nocions d'ordre i de desordre.

(9) HARRIS, M: *Introducción a la antropología cultural*. Cit. pp. 133.

(10) "Conferencia sobre antropología del deporte". *Aula de Cultura de la Caixa de Barcelona*. 19 de desembre de 1988. Lleida.

(11) Potser en la societat de consum, s'hagin invertit o reconvertit les direccions d'influència, i aconsegueix un bucle de retroalimentació amb el que tancar al cercle estructutal.

(12) *Aproximación al origen*. Barcelona, Kairos, pp. 241-248.

(13) Segons apunta Paniker, el primer que el va influir sobre una filosofia retrogresiva va ser Rof Carballo, la qual amplia en el seu llibre *Conversaciones en Madrid*. En *Aproximación al origen*. Cit. p. 24, cita núm. 2

Si escartajem un paquet de cartes i, després de tirar les cartes a l'atzar, ens apareixen rigorosament ordenades segons els quatre pals i de l'as al rei, ens quedarem estupefactes: sembla increïble que l'atzar hagi produït tant ordre.

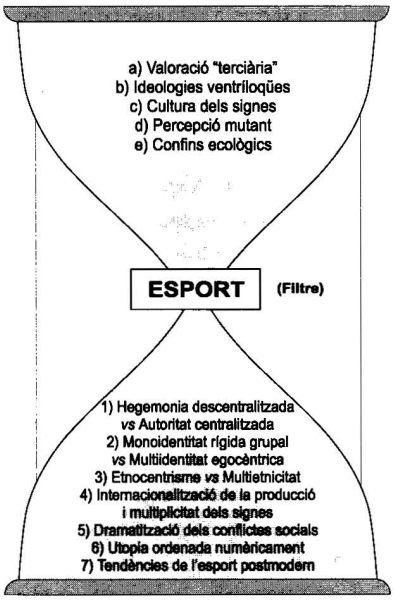
Però més sorpresos quedarem si un professor d'estadística ens explica que aquest suposat ordre té tantes probabilitats de sortir com un altre qualsevol. El cas és que qualsevol combinació de cartes és un ordre, i la nostre sorpresa per la primera combinació només és funció de la nostra prèvia definició d'ordre.

Dit d'una altra manera: el que anomenem desordre és, abans de res, un ordre diferent del que esperàvem. Cal assumir la *pluralitat d'ordres*. Amb el nostre hàbit de privilegiar determinat ordre havíem reprimit el seu corresponent desordre, és a dir, havíem reprimit la infinitat d'alternatives; en resum, havíem reprimit el pluralisme (14).

D'aquesta manera, es fa patent la importància de l'ambivalència lúdica, en la qual consignem la gran varietat de formes que es poden presentar d'*ordres* de joc. Per tant, tot joc serà integrador o subversiu, en funció del tipus d'*ordre* que s'imposi. El joc primitiu, espontani, com que posseeix una estructura oberta, genera desordre, incertesa i adquireix un caràcter subversiu envers l'ordre consolidat i establert; encara que paradoxalment és creatiu i generador de noves sensacions lúdiques.

Però, a mesura que el joc estructuralment es tanca, es civilitza, es converteix en integrador perquè té tendència a una ordenació i deixa menys possibilitats a la incertesa, el joc es fa, així, tradició, on prevalen els criteris de la jerarquia institucional.

També, en aquesta línia de pensament, Cannevacci (15) proposa allò que anomena el binomi: *esport i rellotge de sorra post-industrial*.



En l'esmentada corrent d'opinió pren forma la idea que segons sembla, actualment, en la societat postindustrial, el determinisme cultura de la infraestructura i de l'estructura sobre la superestructura no es produeix –tal i com suposen els materialistes culturals–, són les *valoritzacions terciàries*, les no deterministes, les actualment conseqüents.

Per altra banda, l'esport en convertir-se en filtre del suposat *rellotge de sorra postindutrial* arriba de forma autònoma a canalitzar i a produir valors i mercaderies pròpies, i a causa de l'etnocentrisme cultural que impera en la societat dominant, arriba a destruir altres cultures lúdiques a partir d'un manifest procés d'aculturació que homogenitza les societats envers un model universal.

Conseqüentment, les ideologies ventríloqües –concepte nascut a França amb la revolució– transformen les idees a través de la pragmàtica de les comunicacions que penetren de forma subtil en la psique de les masses. Per això, hi ha una actual necessitat de símbols –banderes–. L'esport constitueix un clàssic dels minisímbols que identifiquen. Així, podem considerar que hi ha una mutació cultural, la percepció de la qual envolta al grup i té una dimensió ecològica.

Acceptar una filosofia de l'ambivalència lúdica implica obrir la ment a un avançament retroprogressiu, a no privilegiar exclusivament l'ordre lúdic establert, sinó, al fet d'intentar contemplar també, amb idèntica amabilitat, la multitud d'ordres possibles que és capaç de generar l'esperit lúdic de l'ésser humà.

Amb això, afavorirem el pluralisme esportiu en una societat on es reclama, cada dia més, el pluralisme polític com a bé social al qual tot poble té dret.

No es tracta de convèncer ningú, ja que tot intent resulta, en certa forma, coactiu. Simplement consisteix en la renúncia reflexiva de les grans síntesis i que cada un formi el seu propi discurs a la manera, diguem-ne, singular, amb la qual extreure una fructífera generalitat. Aquesta és, bàsicament, la imatge essencial que tenim de la tolerància.

S'imposa una necessitat de mantenir l'equilibri, entre el passat i present, en la línia de l'aproximació a l'origen. Això radica, en realitat, a mantenir viu el principi d'identitat.

Pautes actuals d'intervenció per tal d'aconseguir una antropologia cultural dels esports

Es poden contemplar dues formes diferents d'intervenció:

Una: La *reduccionista* que, com se sap, consisteix a aïllar un fenomen sociocultural, en aquest cas el joc esportiu, i estudiar-lo desvinculat del seu medi.

Dues: La *sistèmica* que tracta d'enfocar l'estudi en la seva globalitat, encara que sense perdre la perspectiva de l'anàlisi, introduint el joc en el seu propi context, ja que és virtualment impossible aïllar-lo totalment per poder-lo comprendre. Es

(14) PANIKER, S., *Aproximación al origen*. Cit., pp. 24-25.

(15) "Conferencia sobre antropologia del deporte". *Aula de cultura de la Caixa de Barcelona*. 19 de desembre 1988, Lleida.

pretén, més aviat, adquirir la capacitat micrològica, o sigui, la facultat d'anàlisi del joc en el seu context.

Des de la visió de l'antropològica cultural, la segona sembla que és realment la que interessa. No obstant, és comprensible que segons sigui el tema objecte d'atenció, l'elecció quant a tipus d'intervenció, constitueixi una qüestió prioritària, màxim si l'estudi és enfocat des de la motricitat.

Per això, Vincenzo Padiglione (16) proposa una sèrie de temes possibles d'estudi per a una antropologia cultural dels esports:

A. Tipologia dels esports
B. Evolució dels esports
C. L'esport com a procés d'aculturació
D. L'esport com a producció social d'ídols o celebritats
E. L'esport com a apologia de la natura
F L'esport com a experimentació i creativitat cultural
G. L'esport com a expressiu simbòlica d'una classe hegemònica
H. L'esport com a reintegració de les desviacions
I. L'esport com a símbol d'identitat ètnica
J. L'esport com a instrument d'aculturació
K. L'esport com a objecte del sincretisme cultural
L. L'esport com a dramatúrgia
LL. L'esport com a festa
M. L'esport com a fenòmen social total
N. L'esport com a instrument diplomàtic
O. L'esport com a producció de subcultures

Els temes A i B són més específics quant a investigació esportiva es refereix. La resta participa d'una investigació més genèrica i, fins i tot, multidisciplinar.

De tots ells, possiblement, el que més atenció ha rebut ha estat el primer, no solament pel fet de ser-ho, sinó perquè d'ell depèn la posterior indagació científica. Constitueix, un requisit previ per a les següents investigacions. Tanmateix, cal subratllar que tot intent de catalogació, per molt completa que sigui, mai no ho serà totalment.

Des de l'etnografia, la primera tipologia amb criteris seriosos d'investigació científica del nostre país, va ser feta l'any 1974 per Rafael García Serrano (17). Posteriorment, Renson i Smulders (18) el 1978 tracten una classificació tipològica dels jocs i esports tradicionals de Bèlgica –àrea flamenca–.

Més a prop temporalment, durant l'any 1990, en un seminari europeu en el qual participen experts de 20 països, promogut pel Consell d'Europa, s'insta a la recopilació, censat i comparació dels jocs i esports tradicionals europeus (19). En aquest sentit cada país ha d'aportar la seva catalogació, amb la qual cosa Espanya ha fet ja el seu treball documental, a través del Consejo Superior de Deportes, que espera pròxima publicació.

Bibliografia

BLANCHARD, K. i CHESKA, A. (1986), *Antropología del deporte*. Barcelona, Bellaterra.

CANNEVACCI, M. (1988), "Conferencia sobre antropología del deporte". *Aula de cultura de la Caixa de Barcelona*. 19 de Desembre. Lleida.

GARCÍA SERRANO, R. (1974), "Juegos y deportes tradicionales en España". En *Cátedras Universitarias de tema deportivo-cultural*. Madrid, Delegación Nacional de Educación Física y Deportes.

GIRÓ, J. (1991), "El juego: tradición y cultura". *Encuentro de Deportes Autóctonos y Cultura Popular*. Universidad Internacional Menéndez y Pelayo (UIMP). Santander, Agost.

GRAN ENCICLOPEDIA LAROUSSE. Barcelona, Planeta, 1977, Tom XIII, p. 599

HARRIS, M. (1986), *Introducción a la antropología cultural*. Madrid, Alianza.

LÜSCHEN, G. / WEIS, K. (1979), *Sociología del deporte*. Valladolid, Miñón S.A.

MORENO, C. (1991), "Clasificación tipológica de los juegos y deportes tradicionales en España (análisis de los más significativos por comunidades autónomas)". *Encuentro de Deportes Autóctonos y Cultura Popular*. Universidad Internacional Menéndez y Pelayo (UIMP). Santander, Agost.

PADIGLIONE, V. (1988), "Conferencia sobre antropología del deporte". *Aula de cultura de la Caixa de Barcelona*. 19 de Desembre. Lleida.

PANIKER, S. (1985), *Aproximación al origen*. Barcelona, Kairos, 1985, p. 25

SANZ, I. (1991), "La actualidad de los juegos tradicionales". *Encuentro de Deportes Autóctonos y Cultura Popular*. Universidad Internacional Menéndez y Pelayo (UIMP). Santander, Agost.

(16) "Conferencia sobre antropología del deporte". *Aula de cultura de la Caixa de Barcelona,* 19 de desembre de 1988. Lleida.

(17) "Juegos y deportes tradicionales en España". En *Cátedras Universitarias de tema deportivo-cultural*. Madrid, Delegación Nacional de Eduación y Física y Deportes, 1974.

(18) Citats per Cristobal Moreno en "Clasificación tipológica de los juegos y deportes tradicionales en España (análisis de los más significativos por comunidades autónomas)". *Encuentro de Deportes Autóctonos y Cultura Popular*. Universidad Internacional Menéndez y Pelayo (UIMP). Santander. Agost 1991.

(19) MORENO, C.: "Clasificación tipológica de los juegos y deportes tradicionales en España (análisis de los más significativos por comunidades autóctonas)". Encuentro de Deportes Autóctonos y Cultura Popular. Cit. document de treball.



GEDE
Grup d'Estudi de Dones i Esport

Presentació

Quan, el 1992, vam fer la presentació oficial del GEDE a l'INEFC de Barcelona, ja dúiem un temps treballant al voltant d'aspectes que feien referència a les dones i l'esport. Vam creure que ja havia arribat el moment d'oficialitzar la nostra tasca i, aleshores, vam trobar a l'INEFC tot el recolzament que necessitàvem. La nostra intenció era engegar un espai on poder treballar i investigar els condicionants i les característiques que ens ajudessin a entendre un món tan complicat com el de l'esport i, sobretot, la seva relació amb el món de les dones.

A llarg d'aquests sis anys, hem engegat una sèrie de treballs, estudis, investigacions i projectes pràctics que hem pogut desenvolupar gràcies a que aquest àmbit ha estat inclòs dins de les línies d'investigació de l'INEFC, a més d'haver gaudit d'ajuts de la Generalitat de Catalunya i de col·laboracions amb la Diputació de Barcelona. Arribat aquest moment, creiem que seria interessant posar a l'abast dels lectors de la revista alguns dels treballs que hem portat a terme.

Les àrees en què ens hem mogut abasten aspectes com la coeducació, l'evolució de les dones i l'esport a Catalunya, els problemes relacionats amb l'anorèxia i la bulímia i, finalment, estem portant a terme, amb la col·laboració de la Diputació de Barcelona, l'INEFC i l'Ajuntament de l'Hospitalet, un programa d'activitat física per a dones adultes, que es va presentar a tots els municipis de la província el dia 13 de gener.

La nostra intenció, doncs, és fer-vos a mans un petit resum dels aspectes que considerem més interessants i útils dels nostres treballs. Així, i de manera puntual, en un petit article en cada número de la revista, us presentarem els resultats d'alguns dels treballs realitzats, així com també altres aspectes sobre el tema de les dones i l'esport, que creiem que us poden ajudar a reflexionar sobre el tema.

El primer article, titulat "Es busca: entrenador/a per a equip femení. Recompensa: la satisfacció per la feina ben feta", inclou una entrevista a l'entrenador de la selecció catalana femenina de futbol-sala, Alfons Bertran. En propers números parlarem sobre aspectes relacionats amb el món de la coeducació en l'àmbit de l'educació física –tema que, per obvi, no es tracta en el nostre àmbit professional amb la profunditat que caldria i, a més, és un dels punts que la Reforma inclou de forma prioritària entre els seus continguts. També us exposarem els trets més significatius del programa que hem desenvolupat per a dones adultes i que pensem que us poden donar algunes pistes útils, ja que creiem que la majoria de programes que es desenvolupen en l'actualitat no s'adeqüen a les característiques i a les necessitats de les mestresses de casa, que és la població a la qual s'adreça aquest programa. Ens referirem igualment a aspectes relacionats amb les conductes alimentàries insanes, que poden desembocar en malalties tan serioses i greus com la bulímia i l'anorèxia: Sabem, per les enquestes realitzades entre la població de l'INEFC, que com a professionals som una població de risc, per la necessitat de mantenir un cos amb una aparença "socialment acceptada"; a més, molts de nosaltres, com a esportistes i segons l'especialitat esportiva, estem sotmesos a una sèrie d'exigències derivades de la mateixa pràctica, per exemple el pes o la imatge, que afavoreixen comportaments alimentaris no correctes. També som conscients, i els últims estudis realitzats ens ho manifesten, que l'edat crítica per desenvolupar aquests comportaments se situa en la pubertat i en l'adolescència, edat de molts dels vostres alumnes. La vostra actitud pot ser determinant per a descobrir i ajudar a afrontar aquesta problemàtica. Finalment, també tenim la intenció d'incloure algunes investigacions de l'àmbit del rendiment en esport femení i articles de caire més històric i social.

Mila García Bonafé
Directora del GEDE

Es busca: entrenador/a per a equip femení. Recompensa: la satisfacció per la feina ben feta

Susanna Soler Prat

Col·laboradora del GEDE

Introducció

El futbol-sala femení va néixer a Catalunya farà uns 15 anys, sis anys després que la Federació Catalana de Futbol hagués creat el Comitè de futbol-sala. Els qui, en aquell moment, iniciaren la competició femenina des de l'àmbit federatiu van ser, entre altres, M. Teresa Andreu i Juan Villas-Segura. Durant els deu primers anys, en la competició femenina hi participaven uns 42 equips, dividits en tres divisions de 14. En un principi, durant els tres primers anys es va permetre que les jugadores de futbol a 11 també poguessin jugar a futbol-sala, però no es va mantenir aquesta línia, de manera que es va sortir de la influència del joc de futbol de camp. Tot i així, hi ha alguns equips que han estat sempre en la competició, des del primer moment, com per exemple el Vilassar de Mar, el Vilanova, el Castelldefels, el Sabadell, el Mas Janer o el Navarcles. Però des de fa uns 5 anys el futbol-sala femení ha pres una dinàmica de creixement sorprenent.

Actualment, a la província de Barcelona, hi ha 80 equips dividits en 5 divisions de 16, als que cal sumar els 21 equips que competeixen en la categoria de femení base i el Vilassar de Mar, que competeix a categoria nacional i que s'ha convertit en el primer equip català que hi accedeix. De la resta de províncies no s'ha inscrit encara cap equip, però està en perspectiva iniciar un nou grup a la província de Girona amb 8 conjunts.

Tenim dades molt reveladores: en dues temporades, s'ha doblat el nombre d'equips de base; en quatre anys s'han creat tres grups de competició nous. Per fi un equip català ha trobat els recursos econòmics per participar a Divisió Nacional i hi ha accedit; i finalment la selecció catalana ha aconseguit estar entre les millors seleccions territorials aconseguint els Subcampionats d'Espanya de 1998 i 1999.

No ens queda cap dubte que el futbol-sala és una pràctica per la qual moltes noies se senten atretes. No podem oblidar el poder de captació del futbol i que, per jugar a futbol-sala, no es necessita reunir un nombre tan gran de jugadores, aspecte molt important a l'hora de parlar d'esport femení. Aquests fets i la poca iniciativa en els clubs per crear seccions femenines han fet que, aproximadament un 70% dels equips, hagin estat formats per les pròpies jugadores, sense tenir una secció masculina corresponent. Molts equips femenins treballen amb l'organització imprescindible i amb pocs recursos, sense una estructura al darrera que permeti resistir els canvis que es puguin anar donant.

A aquest increment quantitatiu, no l'acompanya un increment qualitatiu proporcionat. A més de la falta d'una estructura, com un club o una escola, només 5 o 6 equips de futbol-sala femení tenen un entrenador o entrenadora titulat, la immensa majoria d'equips no estan dirigits per un tècnic. Aquesta és, sens dubte, la gran assignatura pendent del futbol-sala i de l'esport femení en general. Caldria veure quina és la duració dels equips que s'han format i quin és l'índex d'abandonament de les jugadores: Si no hi ha un bon entrenador o entrenadora que es preocupi realment dels interessos de les noies i d'ensenyar i preparar les jugadores, és molt possible que la noia deixi de jugar a futbol, que no el trobi interessant. El futbol-sala femení, per sobre de tot, necessita entrenadors i/o entrenadores per fer també un salt qualitatiu, sinó, es quedarà en una línia mediocre.

Les primeres passes per fer aquest salt qualitatiu a Catalunya s'han fet des del treball a la selecció catalana. L'entrevista que us presentem en aquest article és un exemple que té com a objectiu despertar l'interès i motivar tots aquells tècnics, sigui de l'esport que sigui, a dirigir equips femenins. Creiem que aquest és un cas que s'hauria de donar molt més sovint.

Entrevista a Alfons Bertran, seleccionador català

Alfons Bertran té 38 anys, i des dels 16 anys ha estat vinculat al futbol-sala com a jugador i també com a entrenador en diferents equips. Just abans d'acabar la carrera de Ciències Empresarials va decidir deixar aquests estudis per començar els de l'INEF, essent actualment professor d'educació física en una escola d'Esplugues de Llobregat. A partir de la seva afecció al futbol-sala també es va involucrar a la Federació Catalana de Futbol-Sala, com a director de l'Escola d'Entrenadors i com a entrenador de la selecció catalana femenina durant les temporades 1996-1997 i 1997-1998. Reconeix que li encanta ensenyar i portar nens.

Ell és un exemple de molts d'aquells entrenadors que, havent dirigit sempre equips masculins, han portat un equip femení. Creiem que la seva experiència pot ajudar tots aquells que es trobin en les mateixes circumstàncies.



Selecció catalana de Futbol-Sala. Campionat d'Espanya Territorial 1997.

Què et va portar a dirigir la selecció catalana femenina de futbol-sala?

Va ser per una aposta personal. Molts podien ocupar el lloc, però des de la Federació es buscava algú de fora de l'ambient (d'aquest món) del futbol sala femení. A nosaltres, al David, el meu col·laborador i a mi, ens van donar a triar l'equip aleví o el femení. Amb alevins ja havíem treballat en moltes ocasions i el David no va dubtar en escollir el femení. Era un projecte que ens representava un repte, ja que ens era totalment desconegut i ens oferia l'oportunitat d'investigar com la dona (un grup femení) funciona en alta competició.

Què en sabies, aleshores, del futbol-sala femení a Catalunya?

Havia vist un Campionat d'Espanya a Vilanova, però no m'havia preocupat mai. De fet, no m'havia fixat ni si existia o no una competició femenina de futbol-sala.

Quin procés vas seguir per a fer la selecció?

En primer lloc vam consultar els entrenadors inscrits a la Federació que estaven entrenant en equips femenins. Volíem saber els equips que hi havia, com estava organitzada la competició de base, si hi havia futur a la categoria nacional, etc... I finalment, evidentment, ens vam informar sobre les jugadores.

Un cop feta aquesta recollida d'informació vam passar a plantejar-nos quina podria ser la nostra aportació, amb el nostre propi estil, a partir de la nostra experiència portant grups femenins a l'escola en què estem treballant com a professors d'educació física i com a entrenadors d'equips masculins.

Aleshores es va planificar el treball com l'hauríem fet en qualsevol equip: es van realitzar quatre entrenaments per veure totes les jugadores preseleccionades, que eren unes 60, i un cop escollit el grup es va treballar de desembre a abril. Durant aquest temps vam dur a terme els entrenaments, partits de preparació i sessions de video.

Aquesta planificació s'hauria dut a terme absolutament igual en el cas d'una selecció masculina absoluta, ja que en seleccions de base és diferent.

Quan vas començar a veure partits, no et vas desesperar o penedir d'haver triat el femení?

En veure els primers partits no em vaig desesperar, ni molt menys; al contrari, vaig voler conèixer tant les qui jugaven a segona divisió com les qui jugaven a primera. Vaig pensar que hi havia moltes possibilitats de treballar, hi havia prou "material", i es podia fer bon futbol-sala.

Havent vist la majoria d'equips i jugadores de primera i segona divisió de Catalunya, hi vas trobar grans mancances?

Falta més treball tàctic; les noies estan obligades a reclamar que se'ls donin recursos i solucions tàctiques per anar-se reciclant i millorar. A nosaltres ens ha costat molt incorporar una defensa agressiva, potser per la inseguretat que generava, però en general es treballa molt poc l'aspecte ofensiu, fins i tot en els entrenaments.

És veritat que les noies som més "patoses" tècnicament?

És clar que la velocitat d'execució tècnica és més lenta, però aleshores el gest és més nítid, més pur.

Et vas fet un plantejament tècnic o tàctic diferent pel fet de ser un grup femení?

A nivell d'alta competició es pot treballar tàcticament igual, amb els mateixos plantejaments; no canvia res.
El que sí teníem molt clar és que la intensitat de treball és inferior, no en qualitat sinó en ritme. Però això no vol dir que s'hagi de baixar molt el ritme del joc, ni creure que en equips femenins no es pot treballar a tota la pista o que hi ha opcions tàctiques que per falta de condició física no es poden realitzar. Amb un treball adequat et pots proposar els objectius de joc que vulguis.

La selecció va jugar alguns partits contra equips masculins, això vol dir que estàs d'acord amb la competició mixta?

No, no. Els partits contra equips masculins tenien uns objectius determinats molt clars: el rendiment físic i psíquic. No pretenïem fer un treball tècnic ni tàctic, sinó que volíem que l'equip s'acostumés a patir, ja que així és difícil que et guanyin i adoptes un esperit guanyador.
En aquesta categoria competir amb nois és un mitjà d'entrenament, no té sentit una competició mixta formal.

Durant tota la fase de preparació i en el moment de la competició, què et va ressaltar més d'un conjunt femení?

La noia és més seriosa; si li marques uns passos és difícil que deixi de treballar-hi. El nois, en canvi, són més "passotes".
Es va realitzar un treball molt correcte, més del que podíem creure. I havent treballat amb un col·lectiu amb èxits, sense conèixer el què hagués significat un fracàs, també vam poder observar que la noia deixa veure més el què sent.

Com creus que es pot despertar l'interès per l'esport femení en general, i en concret, pel futbol-sala?

Amb els èxits de les seleccions, que són el vaixell insígnia de qualsevol esport. És evident, però, que els entrenadors han d'assumir la seva responsabilitat. Si s'entrena l'equip femení perquè no n'hi ha cap més, sense ganes, les jugadores no en trauran res de bo, i el futbol-sala femení tampoc. La tecnificació dels responsables dels equips, dedicar-s'hi amb ganes, pot afavorir que l'esport femení generi més interès.

Què li diries a un entrenador que sempre ha portat equips masculins i que ara ha agafat un equip femení?

Doncs que és molt important que les jugadores tinguin solucions tàctiques per aplicar. Que treballi amb paciència, sense tibar tant la corda com perquè la corda es trenqui. S'ha d'estar pendent de cada jugadora i portar-la al seu cent per cent.
Haurà de tenir present que no podrà estar a dins del vestuari amb l'equip, i aleshores, haurà de treballar alguns aspectes psicològics de manera diferent; buscar altres recursos.
També és important tenir cura d'alguns detalls, en el llenguatge, per exemple. Si es fa un esforç per utilitzar en femení termes que habitualment són masculins, els demostres que estàs per elles, i guanyes més confiança.

Així doncs, una entrenadora podria ser millor que un entrenador per a un equip femení?

Crec que són més importants els coneixements del qui dirigeix el conjunt, i no si és home o si és dona.

I parlant de coneixements, creus que la formació a l'INEF és suficient i adequada per portar de forma correcte un equip femení?

Realment tampoc hi ha tantes diferències, un bon professional ja ha de tenir en compte les característiques del grup amb què està treballant.

Si uns pares et pregunten si la seva filla pot jugar a futbol, què respondries?

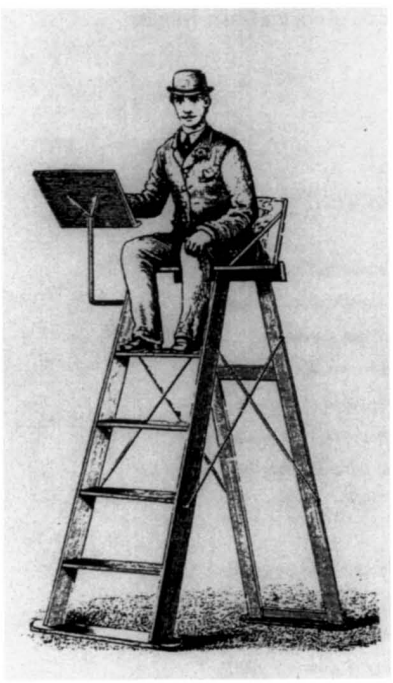
Cada vegada n'hi ha menys de pares així. Però està clar que és un esport que no fa mal i en el qual una noia també pot arribar a jugar a un nivell alt.



L'esport a la biblioteca

El tennis, un esport poètic

R. Balius i Juli



L'any 1984, en preparar un article sobre el músic **Pau Casals** i la seva poc coneguda activitat esportiva "havia estat bon nedador, entusiasta excursionista i excel·lent tennista" considerant l'excepcional personalitat del protagonista, volia adjuntar a la iconografia esportiva una il·lustració literària adient que enriquís el meu escrit. Un bon amic filòleg, poeta i jugador de tennis, em va assabentar de l'existència en l'obra de **Josep Carner**, d'un sonet anomenat *Joc de tennis*. Vaig aprofitar el primer quartet de l'esmentat poema, per encapçalar el treball. Aquest fet va motivar, a més, que una publicació de tanta difusió com la *Revista Olímpica* "amb edicions espanyola, francesa i anglesa" incorporés, possiblement per primera vegada, uns mots en català.

El meu amic va seguir interessant-se per la recerca d'altres composicions poètiques relacionades amb el tennis, i poc després va proporcionar-me un poema de **Joan Vinyoli**, que portava per títol *Passing-Shot*, i una prosa poètica de **Josep Vicenç Foix**, dins la seva obra *Gertrudis*. L'any 1986, es va editar el llibre *Passió i Mite de l'Esport,* amb nombroses mostres de poemes, pintures, cartells, litografies i articles periodístics referents a diferents esports. L'autor, **Joaquim Molas**, conclou que l'esport més literari és el tennis i justifica aquesta afirmació publicant els esmentats poemes de **Carner**, **Vinyoli** i **Foix**, junt amb obres de **Guerau de Liost** (*Del tenis relatiu*), **Miquel Ferrà** (*Lawn-Tennis*), **Jordi Sarsanedas** (*Jardins*), **Gabriel Ferrater** (*Els Jocs*) i dos cal·ligrames de **Carles Sindreu**.

Semblava evident que el tennis és, o era, un esport que inspira, o inspirava, lirisme. Vaig poder reafirmar aquesta idea en ocasió de celebrar-se, l'any 1994, una exposició commemorativa del Centenari del naixement de **Josep Vicenç Foix**. En aquesta mostra s'havia dissenyat una sala que evocava una pista de tennis, dins la qual s'hi trobaven cinc personatges. **Pere Gimferrer**, responsable i autor d'aquest espai explica: "El punt de partença de la concepció d'aquesta sala em fou donat per un text del dietari de **Foix** *Catalans de 1918,* que narra la seva conversa



amb **Pompeu Fabra** en un club de tennis, en un moment en què tots dos eren imantats per la definitiva regularització de la llengua catalana literària. Ben naturalment, aquest text em dugué a un altre que, a *Gertrudis*, té també per escenari una pista de tennis, i que n'és el revers oníric i visionari. El tennis com a esport d'una generació de *sportmen* cívics, tennistes i fins i tot aviadors; el tennis com a contesa metafòrica d'idees; el tennis com escenari poètic, on és representada, en situacions al·legòriques, l'obsessió dels mites amorosos i eròtics.(...) Els cinc personatges presents a la pista de tennis són, d'una banda, **Fabra**, l'enginyer de la llengua; de l'altra, els escriptors que duen a terme l'aplicació literària de la tasca de redreçament de **Fabra**, i que, en les coordenades de **Foix**, són **Carner**, **Riba**, **Folguera** i **Salvat-Papasseit**. Foren representats per maniquins...". **Foix** era un tennista convençut capaç de dir: "A mi, em plau el tennis; no solament perquè és un esport gairebé complet, amb tots els elements "aire, sol i cursa" que calen per a sentir-se físicament recobrat, ans també per un no sé què de lliure i de joiós. Em plau de jugar-hi molt de matí, quan els ocells a l'alba, davallen estarrufats a la pista o es complauen a picotejar la pilota si fas un "ciri", cosa que m'esdevé massa sovint. Ningú no hi crida, tothom hi ve content i mudat, i a qualsevol estació de l'any tot hi flaira a primavera". Extraordinària i bucòlica visió del tennis!

Em consta que el Mestre **Fabra** (Barcelona, 1888-Prades, 1948), que escrivia *tenis* i no pas *tennis* en el seu *Diccionari General*, practicava aquest esport, era soci del Reial Club Tennis Barcelona i va arribar a presidir, l'any 1935, l'Associació Catalana de Lawn-Tennis. La seva filla Carlota era, en opinió d'en Foix, "una molt bona jugadora."

Tot seguit reprodueixo, en un ordre més o menys cronològic, el recull poètic dedicat al tennis:

El mallorquí **Miquel Ferrà** (Palma de Mallorca, 1885-1947), durant els anys que va viure a Barcelona era un assidu assistent diari al Reial Club Tennis Barcelona, on s'explica que mantenia llargues converses amb **Pompeu Fabra**. Dins la "suite" de sonets *Sportswomen* (vegeu el núm. 54 d'Apunts d'Educació Física i Esports), inclou el poema *Lawn-Tennis*.

LAWN TENNIS

Flor d'Albió, la virginal i forta
de faç de rosa i de cabell daurat:
per ella el lliure pler qui reconforta,
i el verd ombratge i les frescors del prat.

Percudint l'aire amb el ressò tancat
da sa raqueta drift rellança,
juga el partit,més bella que en la dansa,
àgil i prompta al giravolt sobtat.

I cada atzar del joc se la'n du tota.
Si en tornar la pilota qui rebota
sembla un gentil desdeny son moviment,

en perseguir-la adelerada frisa,
amb la gràcia viril d'una Artemisa,
la curta vesta bategant al vent.

LAWN TENNIS

Flor de Albión, la virginal y fuerte, de faz de rosa y de cabello dorado; para ella, el libre placer que reconforta, y el verde umbroso y el frescor del prado.
Percutiendo el aire con la cerrada resonancia de su raqueta cuando el drift devuelve, juega el partido, más bella que en la danza, ágil y pronta al giro repentino.
Y a cada azar del juego se da por entero.
Si al devolver la pelota que rebota parece un gentil desdén su movimiento, a perseguirla anhelosa se apresura, con la gracia viril de una Artemisa, el corto traje palpitante al viento.

Sens dubte **Josep Carner** (Barcelona, 1884-Brussel·les, 1970), que era un home de món, periodista, polític i diplomàtic, jugava al tennis. El seu sonet *Joc de Tennis* està dedicat a Concepció Soler.



JOC DE TENNIS

Anaves damunt l'herba de la prada
i volava el teu braç adolescent,
i pel filat de la raqueta alçada
travessava la llum del sol ponent.

La pau dominical tan desesmada
i ta faç d'angeleta i el rabent
joc seriós m'encisen la diada.
D'un rector reformat, pàl·lidament,

et veia filla; entorn del presbiteri
collies roses; contes de misteri
amaves i el blancatge i els infants.

Jo, oficial, de Singapur venia.
Alt vermellenc, et feia cortesia...
Carros de fenc passaven odorants

JUEGO DE TENIS

Por la hierba del prado caminabas, y volaba tu brazo adolescente; y por la red de la raqueta alzada se filtraba la luz del sol poniente. La paz dominical, desanimada, tu rostro angelical y aquel veloz y serio juego todo lo embrujaban. Te veía, borrosa, hija de un párroco reformado. Cogías rosas cerca del presbiterio; te gustaban los cuentos de misterio, el blanco de las paredes y los niños.
Yo, oficial, de Singapur volvía. Alto, ruborizado, te saludaba... Pasaban olorosos carros de heno.

Ja he esmentat el tarannà tennístic de **Josep Vicenç Foix** (Barcelona, 1894-1987). Jugava a la Societat Esportiva Pompeia, club fundat l'any 1905, situat en la part baixa del barri de Gràcia, on es produí la conversa amb **Pompeu Fabra**, sobre "què li semblaven uns poemes en prosa que li havia demanat llegir, i que jo vaig escriure ara fa tres o quatre anys. Ha mogut el cap, sense dir res, com si volgués significar sí i no. En demanar-li si hi havia trobat faltes, ha somrigut i ha respost: "Què us diré!" Desconec si entre la prosa poètica, que no queda pas clar si **Fabra** havia o no corregit, si trobava el fragment de l'obra *Gertrudis,* que a continuació transcric.

Les parets del court *eren, aquest matí, tan altes que m'han fet oblidar el fiacre on tu m'esperaves, i els ocells. Intentava amidar-les, quan s'hi han obert quatre finestrals, de cinc metres, closos per llances en totes direccions. Un perfum intensíssim de paper d'Armènia ha envaït la pista mentre una mà invisible escrivia un nom damunt cada obertura: Ofèlia, Virgínia, Laura, Julieta. Quan anava a reprendre el partit, el meu company de joc havia desaparegut i de la meva raqueta en restava només l'ombra estrafeta, allargassada entre les dues ales fosques de l'angle del mur. A l'entrada del club, el fiacre, sense cavalleria ni auriga, sense tu, oh Gertrudis!, era la desferra secular d'una antiga carrossa reial.*

Las paredes del court *eran, esta mañana, tan altas que me han hecho olvidar el simón donde tu me esperabas y los pájaros. Intentaba medirlas, cuando se han abierto en ellas cuatro ventanales, de cinco metros, cerrados por lanzas en todas direcciones. Un perfume intensísimo de papel de Armenia ha invadido la pista mientras una mano invisible escribía un nombre sobre cada abertura: Ofelia, Virginia, Laura, Julieta. Cuando iba a remprender el partido, mi compañero de juego había desaparecido y de mi raqueta quedaba solo la sombra contrahecha, extendida entre las dos alas oscuras del ángulo del muro. A la entrada del club, el simón, sin caballería ni auriga, sin ti, ¡oh Gertrudis!, era el despojo secular de una antigua carroza real.*

En aquests tres primers poemes de tipus intimista i al·legòric, l'esport s'utilitza únicament per emmarcar una situació anecdòtica personal del poeta. **Foix** dedica a la memòria de **Joan Salvat-Papasseit** (Barcelona, 1894-1924) un sonet rememorant escenes jovenívoles, que em fan suposar la possible, encara que sorprenent, presència d'aquest a les pistes de tennis.

Ah!, si amb levites de verda llustrina
Ens amaguéssim darrera aquells sacs.
Per quan vindran les noies, i, manyacs,
Cantéssim nadalenques amb sordina!

I, si plogués, darrera una cortina
Coféssim la corona com els Mags,
I en fer petar per la cambra els xerracs
Tothom digués que som de rel divina!

O anéssim tots plegats cap a les pistes
i amb la raqueta empaitéssim ocells
Mentre els estels fan niu al cim dels tells

I els núvols, a ponent, són ametistes
Que dibuixen la gepa dels camells
On cavalquem amb barbes futuristes!

Ah!, si con levitas de verde lustrina, nos escondiésemos detrás de aquellos sacos, para cuando vengan las chicas, y, dóciles, cantásemos villancicos con sordina.
Y, si lloviese, detrás una cortina, nos ciñésemos la corona como los Magos, y haciendo sonar por la habitación las matracas, todos dijeran que somos de origen divino.
O fuésemos todos juntos hacia las pistas y con la raqueta persiguiéramos pájaros, mientras las estrellas anidan en la cima de los tilos
Y las nubes, a poniente, son amatistas, que dibujan la giba de los camellos, donde cabalgamos con barbas futuristas!

Jaume Bofill i Mates, anomenat **Guerau de Liost** (Olot, 1878-Barcelona, 1933) en el poema *Del tenis relatiu*, a partir d'una situació tennística enutjosa, viscuda repetidament, inventa una metàfora xocant, encara que certament cruel.

DEL TENIS RELATIU

En un relleix petit de la muntanya
el nostre camp de tennis hem plaçat:
mates d'avellaner li fan costat,
Vent que les mou, la xarxa estireganya

Com que en el joc no som encara mestres,
les pilotes rodolen al pendís.
Després que n'hem perdudes cinc o sis,
per terra, enfellonits, llencem els estres.

Oh car amic, company de melangia!
He descobert, per esvair-la, un truc.
Tindrem al camp, en gabial de bruc,
de conillets porquins tota una cria.

Cada conill faria de pilota,
elàstic, resignat i cabdellat,
amb una rialleta, mig ganyota,
quan endevinaria que és llençat.

I cada volta que, amb jugada forta,
engegariem la pilota lluny,
descabdellant-se i una mica torta,
per ella sola ens tornaria al puny.

RELATIVO AL TENIS

En un pequeño rellano de la montaña, hemos emplazado nuestro campo de tenis; lo arropan matas de avellano. Viento que las mueve, la red estiraja.
Como en el juego no somos aún maestros, las pelotas ruedan por la pendiente. Después de haber perdido cinco o seis, por tierra, enojados, tiramos los trastos.
¡Oh querido amigo, compañero de melancolía! He descubierto para disiparla un truco. Tendremos en el campo, en jaula de brezo, una cría de conejillos de Indias.
Cada conejillo haría de pelota, elástico, resignado y hecho un ovillo, con una sonrisilla, medio mueca, cuando adivinase que iba a ser lanzado.
Y cada vez que, en fuerte jugada, arrojásemos lejos la pelota, desovillándose y un poco desviada, por si sola volvería a nuestra mano.

Joan Vinyoli (Barcelona, 1914-1983), en una extraordinària poesia, *Passing-Shot,* estableix una analogia al·legòrica entre el joc de tennis, que demostra conèixer profundament i la tràgica condició d'home.

PASSING-SHOT

Instal·lat ja de temps en una
plataforma de somnis
estèrils, desfibrats, sense un ordit,
per contrast amb el joc
de cada dia a la pista
vermella, piconada,
on reboten duríssimes a cada
cop les pilotes de fúria que em llancen
els contraris,
com un boig, ara al fons,
ara a la xarxa, intento córrer,
saltar, ajupir-me, redreçar-me,
mai prou flexible, mai prou fort, mai a temps
a tornar els passing-shots que em tiren
a cada instant.

Se prou que tinc
perduda la partida, que de res
no serveixen els breus
moments de descans entre joc
i joc, la tovallola humida
que et mulla el front, el vas
de tònica o de te
– no cal pensar en el dòping
que per això ja és tard.
Ara jo dic: què fer
de la resta de vida que em queda,
massa gastada, masa inútil
per seguir el joc?
M'ho sé: fins a l'últim
dia de tots
aniré mal corrent, mal caient, no sabent
o no tenint valor per acabar
sense un crit ni una queixa.

M'instal·lo novament
a la petita plataforma
del somnis, cada cop
més fràgil, sempre a punt
de caure i despertar-me
del tot.

PASSING-SHOT

Instalado desde hace tiempo en una plataforma de sueños estériles, desfibrados, sin urdimbre, por contraste con el juego de cada día en la pista roja, apisonada, donde rebotan durísimas a cada golpe las pelotas llenas de furia que me lanzan los contrarios, como un loco, ahora al fondo, ahora a la red, intento correr, saltar, agacharme, enderezarme, nunca bastante flexible, nunca bastante fuerte, nunca a tiempo de devolver los passing-shots que me tiran a cada instante.
Sé muy bien que tengo perdida la partida, que de nada sirven los breves momentos de descanso entre juego y juego, la toalla húmeda que te moja la frente, el vaso de tónica o de té –no hay que pensar en el doping, que para esto ya es tarde. Ahora yo digo: ¿que hacer del resto de vida que me queda, demasiado gastada, demasiado inútil para seguir el juego? Lo sé: hasta el último día de todos iré corriendo mal, cayendo mal, no sabiendo o no teniendo valor para acabar sin un grito ni una queja.
Me instalo nuevamente en la pequeña plataforma de los sueños, cada vez frágil, siempre a punto de caer y despertarme del todo.



Gabriel Ferrater (Reus, 1922-Sant Cugat del Vallès, 1972) i **Jordi Sarsanedas** (Barcelona, 1924), en dos llargs poemes, inclouen el tennis com element anecdòtic dins el context general de l'obra. En *Els Jocs*, **Ferrater** que s'autodefineix "doctrinari, ple d'odis intel·lectuals", utilitza el tennis per realitzar una crítica classista càustica i demagògica.

ELS JOCS (fragment)

(...) M'arribo fins
al club de tenis Barcelona, que és
un club de rics, i vaig mirant els coches
que s'arrengleren a la porta, plens
de la voluntat bona d'ésser coches
de rics: com si diguéssim, de tenir
una certa ànima. Hi ha un MG
d'esport, del nou model disminuït
que no fa gaire vaig llegir que ha estat
fet per une certaine couche d'acheteurs
qui trouvent les modèles existants trop chers:
i vol dir els rics barcelonins, suposo.
Vaig vorejant la tanca. En un cantó
hi ha un court mal disposat, on es confinen
els nens principiants, i sempre els cauen
pilotes fora. Surt el nen, tot ros
(i blanc immaculat, car en el joc
no hi possa prou convicció). S'esvera
quan veu a fora uns garrofers dramàtics
i uns nens molt bruts que juguen a futbol
tan malament com ell al tenis: més
vivament, això sí. Coneix la por
i de la porta estant, busca amb els ulls
la pilota, i no deixa el seu recer
fins que l'ha vista. La plega,i se'n torna
corrents, mort de vergonya si ensopega
i s'alça el crit golut de la canalla
que aguaitava una taca de l'albat.(...)

LOS JUEGOS (fragmento)

(...) Me llego hasta el Club de Tenis Barcelona, que es un club de ricos, y voy mirando los coches que se alinean a la puerta, llenos de la buena voluntad de ser coches de ricos, como si dijéramos, de tener una cierta alma. Hay un MG esport, del nuevo modelo reducido que no hace mucho leí que había sido hecho para une certaine couche d'acheteurs qui trouvent les modèles existants trop chers*: y quiere decir los ricos barceloneses, supongo. Voy bordeando la cerca. En una esquina hay un court mal dispuesto, donde confinan a los niños principiantes, y siempre se les caen las pelotas fuera. Sale el niño, muy rubio (y blanco inmaculado, pues en el juego no pone mucha convicción). Se sobresalta cuando ve afuera unos algarrobos dramáticos y unos niños muy sucios que juegan a fútbol tan mal como él a tenis; Más vivamente, eso sí. Conoce el miedo y, desde la puerta busca con los ojos la pelota, y no deja su refugio hasta que la ha visto. La recoge, y vuelve corriendo, muerto de vergüenza si tropieza y se levanta el grito voraz de la chiquillería que acechaba un fallo del inocente.(...)*

Jordi Sarsanedas en *Jardins*, dins una visió poc optimista de la natura, introdueix uns versos dedicats al tennis, que crec són un contrapunt assedegador.

JARDINS (fragment)

(...)
El noi és bru,
ella no tant.
Jugan a tenis
vestits de blanc.
La terra es roja.
Damunt la pell
la llum és dolça
com un anyell.
Quan la pilota
salta el filat
el cos dels joves
s'ha aquietat.
Miren enlaire,
miren el bosc,
miren la calma
de llur repòs.
(...)

JARDINES (fragmento)

(...) El chico es moreno, ella no tanto. Juegan al tenis vestidos de blanco. La tierra es roja. Sobre la piel, la luz es dulce como un cordero. Cuando la pelota salta la cerca de alambre, el cuerpo de los jóvenes se ha aquietado. Miran hacia arriba, miran el bosque, miran la calma de su reposo. (...)

El que va estar campió i cronista del tennis, **Carles Sindreu** (Barcelona, 1900-La Garriga, 1974), va dedicar uns cal·ligrames als tennistes Alonso i Flaquer, dos dels seus contrincants més qualificats. Reprodueixo el destinat al català Flaquer.



FLAQUER

CALIGRAMA

Abanico que se mueve ceremonioso y lento –
la bola se desliza sobre cojines de plumas cortadas/
contactos acariciadores/
temblor de violoncelo lejano/
rompe el aire/
luces de colores suaves/
neblinas finas/
sueño sueño sueño/pernod/
muere la trayectoria donde la claridad es ciega y resbaladiza

Possiblement el joc de tennis actual, de saque-volea i pocs "ciris", espanta els ocells i els impedeix picotejar la pilota i alhora espanta els poetes, els quals difícilment podran trobar avui inspiració intimista i al·legòrica en aquest esport. Malgrat això, el tennis encara té bards. Acabaré amb un poema inèdit, que gentilment m'ha fet arribar aquell amic meu filòleg, poeta i jugador de tennis, en **Josep Maria Fulquet** (Barcelona, 1948). El titula, a l'igual que **Carner**, *Joc de tennis*. **Fulquet** descriu l'instant definitiu d'un partit perdut, després de *tants esforços* d'un braç, que al contrari del que idealitzava **Carne**r, ja no és adolescent. Penso que és una metàfora del desencís de l'home que, després de molt lluitar, veu frustrar-se un projecte que potser era vital.

JOC DE TENNIS
per a Francesc Llongueres

Després de tants esforços
sota el sol inclement,
el drive definitiu no és bo,
i el vol amplíssim de la llum
et confirma la sort
del joc suprem.
Metàfora del temps
i de la vida,
no braç adolescent
en la benigna tarda,
t'adones finalment
de la futilitat del gest
en la costosa espera del no res:
un rastre lleu de pols
sota la llum d'abril, tan clara.

JUEGO DE TENIS

Después de tantos esfuerzos bajo el sol inclemente, el drive definitivo no es bueno, el vuelo amplísimo de la luz te confirma la suerte del juego supremo.
Metáfora del tiempo y de la vida, no brazo adolescente en la benigna tarde, te das cuenta finalmente de la futilidad del gesto en la costosa espera de nada: un rastro leve de polvo bajo la luz de Abril, tan clara.

Vull tranquil·litzar el lector dient-li, que en Josep Maria Fulquet després d'aquell desafortunat partit, no s'ha desencisat i ha seguit jugant a tennis amb renovat entusiasme.