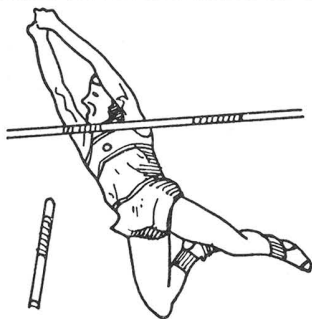




FISIOLOGIA, VALORACIÓ FUNCIONAL I ESPORT D'ALT RENDIMENT

Ferran A. Rodríguez, Cap del Departament de Fisiologia i Medicina de l'Esport. Centre d'Alt Rendiment. Sant Cugat del Vallès

Cap a una ciència pluridisciplinària aplicada a l'esport

L'alt rendiment esportiu depèn de la interacció de factors genètics, estructurals, fisiològics, biomecànics i psicològics, que es tradueixen en habilitats i capacitats tècniques i tàctiques molt sofisticades i específiques de cada modalitat esportiva. Aquests factors o capacitats motrius, que podríem classificar en condicionals, coordinatives i cognitives, són potenciades al màxim a través d'un complex fenomen adaptatiu anomenat entrenament. L'entrenament és, en definitiva, un procés permanent d'adaptació a les càrregues de treball, amb l'objectiu final de millorar les capacitats que determinen el rendiment.

Dels mètodes purament empírics utilitzats al procés d'entrenament esportiu es progressa cap als basats en el mètode científic; molt sintèticament podríem descriure'l com un sistema d'anàlisi i predicció dels fenòmens naturals basat en la observació i experimentació sistemàtica, amb principis i teories clarament formulats mitjançant la recerca repetible i comparable.

Kirsh,¹ afirma: "En el passat, les prestacions esportives de màxim nivell eren el resultat de l'esforç d'excel·lents atletes, dotats de gran talent, en molts casos amb la col·laboració d'entrenadors experts, de vegades genials. Avui dia, el màxim rendiment només en casos excepcionals és el resultat d'una preparació aïllada; habitualment és, en canvi, el resultat de la col·laboració sistemàtica entre esportista, entrenador, metge, científic i assistents de tota mena".

La fisiologia i la medicina han estat pioneres en el camp de la ciència aplicada a l'esport. L'alt nivell de rendiment dels sistemes biològics dels esportistes ha estimulat els fisiòlegs en una primera etapa i, alhora, llurs aportacions a l'estudi dels mecanismes adaptatius han cridat l'interès de l'entrenador i esportistes per la possibilitat de millora del rendiment que implicaven. Amb el creixement en importància social de l'esport d'alt nivell, la porta ha restat oberta i d'altres científics s'han anat incorporant als equips de treball. Avui ja es reivindica l'existència d'una ciència de l'esport. Potser és útil pensar en aquests termes, sense oblidar, però, que l'esport és per naturalesa una manifestació humana complexa que exigeix tractament pluridisciplinari. D'altra banda, hem de diferenciar les àrees d'interès de l'esport no competitiu de les pròpies de l'alt rendiment, on els criteris de la recerca i de l'aplicació del seu resultat són ben diferents.

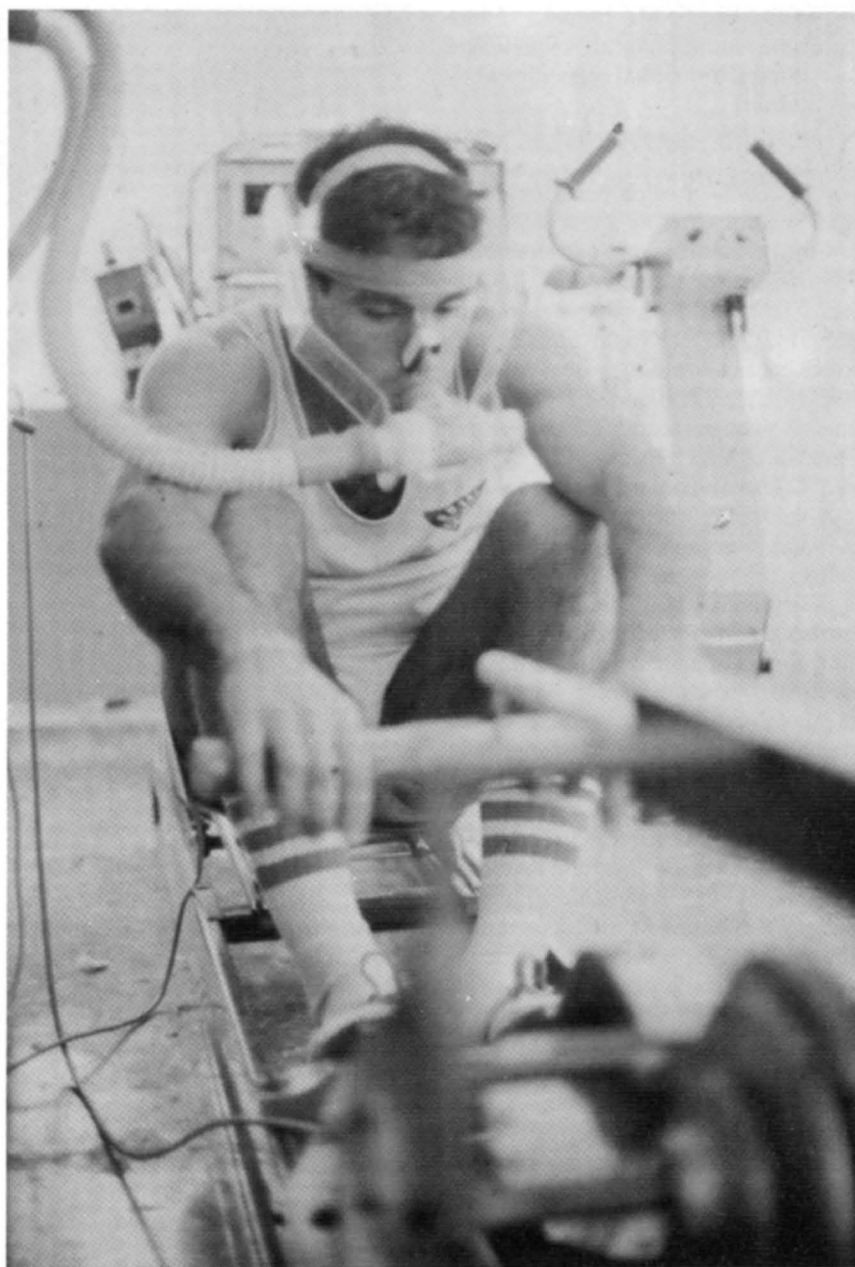
La fisiologia i la medicina han estat pioneres en el camp de la ciència aplicada a l'esport. L'alt nivell de rendiment dels sistemes biològics dels esportistes ha estimulat els fisiòlegs en una primera etapa i, alhora, llurs aportacions a l'estudi dels mecanismes adaptatius han cridat l'interès de l'entrenador i esportistes per la possibilitat de millora del rendiment que implicaven. Amb el creixement en importància social de l'esport d'alt nivell, la porta ha restat oberta i d'altres científics s'han anat incorporant als equips de treball. Avui ja es reivindica l'existència d'una ciència de l'esport. Potser és útil pensar en aquests termes, sense oblidar, però, que l'esport és per naturalesa una manifestació humana complexa que exigeix tractament pluridisciplinari. D'altra banda, hem de diferenciar les àrees d'interès de l'esport no competitiu de les pròpies de l'alt rendiment, on els criteris de la recerca i de l'aplicació del seu resultat són ben diferents.

Fisiologia, medicina de l'esport i valoració funcional

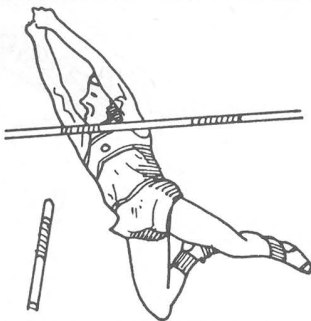
Al gran fisiòleg Sherrington pertany la següent sentència: "A fi de comptes, la sola cosa que l'home sap fer és moure coses i el múscul esquelètic és l'únic mitjà que pot utilitzar per a manifestar-se". La primera cosa que l'home ha de moure és a ell mateix (locomoció), i si hi ha un comú denominador a qualsevulla activitat esportiva aquest és precisament el moviment: la locomoció en diversos medis i diverses condicions, la manipulació i impulsio d'elements físics o mecànics, el moviment contra resistència i oposició d'un adversari, el domini del moviment contra forces externes, especialment la gravetat, etc.

Del concepte, potser en excés mecanicista, de l'activitat motriu com a característica essencial de la vida humana, és fàcil treure l'estímul necessari per a l'estudi de l'home en moviment. I d'aquí, i sense voler fer història, resulta comprensible que la fisiologia de l'esforç hagi estat un dels camps del coneixement més ampliament estudiat. Astrand² ens diu: "La fisiologia del treball muscular i de l'exercici consisteix sobre tot en l'estudi de la transformació de l'energia química en energia mecànica". I energia mecànica és el que es necessita pel moviment en un món perpètuament sotmès a les forces gravitatòries.

Els metges han estat sempre molt interessats, per raons òbvies, per l'esport i els seus aspectes fisiològics i mèdics. El primer ergòmetre modern que coneixem el va desenvolupar el metge alemany Speck al 1883. Aquest interès va generar l'especialització de professionals en el que anomenen "medicina de l'esport". Hollmann² la defineix tot resumint els seus àmbits fonamentals:



1. Tractament mèdic de lesions i malalties.
2. Examen mèdic abans del començar a practicar un esport per tal de detectar qualsevol alteració que pugui empitjorar amb l'esport.
3. Recerca mèdica dirigida a establir la capacitat de rendiment funcional del



cor, la circulació, la respiració, el metabolisme i la musculatura esquelètica.

4. Valoració funcional específica al tipus d'esport.

5. Consell mèdic sobre estil de vida i nutrició.

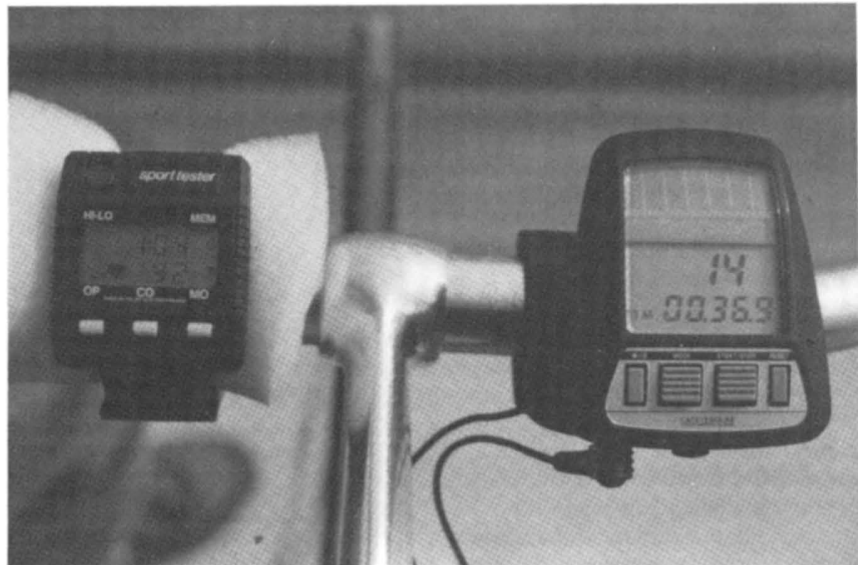
6. Assistència mèdica per a desenvolupar mètodes òptims d'entrenament.

7. Control científic de l'entrenament.

Com veiem, es tracta d'una especialització mèdica d'ampli abast, amb un fort contingut relacionat amb els aspectes teòrics i pràctics de l'entrenament esportiu. A més de l'àmbit assistencial –mèdic i traumatològic–, potser el que li és més específic i el de més gran desenvolupament actual sigui el de la valoració funcional.

La valoració funcional aplega, entre d'altres, elements d'avaluació propis de la fisiologia i la medicina –com ara l'enregistrament electrocardiogràfic o la mesura del lactat sanguini–, de l'ergometria, branca clínica de la fisiologia que s'ocupa de la medició de les adaptacions funcionals a l'esforç i de la biomecànica. El concepte més modern de la valoració funcional és potser el plantejat per Dal Monte,³ que considera que només es pot avaluar l'adaptació funcional de l'organisme a l'activitat esportiva si el gest atlètic és reproduït de forma específica –proves de laboratori–, o si l'enregistrament es fa directament al camp esportiu –proves de camp–. Aquesta definició obliga a fer servir l'anàlisi biomecànic, estretament lligada a l'anàlisi fisiològica, i ha portat al disseny d'ergòmetres o sistemes d'avaluació complexes –piscines ergomètriques, túnel del vent, etc.–, per tal d'assegurar l'especificitat de la valoració.

Avui dia, el camp de la valoració funcional es diversifica i, al igual que passa amb molts camps de la ciència, interessa a professionals i científics de formació diversa. Així, tot i que la medi-



cina de l'esport reclama, probablement amb rigor històric, un protagonisme en aquest camp, hi a cada cop més científics i professionals que treballen dins de l'àmbit d'aquesta nova especialitat. No podem oblidar que aquest nou plantejament de la valoració funcional fa que aquesta tingui una forta dependència tècnica i també tecnològica. Així, ja no resulta estrany veure treballar plegats en un laboratori o centre de valoració funcional a metges, fisiòlegs, biomecànics, llicenciats, bioquímics, etc. Això és especialment cert en l'àmbit de l'alt rendiment esportiu. Aquesta col·laboració només pot omplir de continguts l'ampli ventall de coneixements necessaris per assolir la màxima expressió de la genètica i la capacitat d'adaptació de l'organisme humà representat per la competició d'alt nivell. Creiem que només cal considerar el nivell de formació i el camp d'actuació de cada professional, amb un respecte escrupolós envers tasques que poden ser específiques d'uns o d'altres, per raons d'especialització, d'eficiència, o fins i tot legals.

Valoració funcional i alt rendiment esportiu

L'aplicació sistemàtica de proves de valoració funcional específiques a esportistes d'alt rendiment pot permetre obtenir una valuosa informació sobre aspectes rellevants de llur fisiologia i adaptació a l'entrenament, entre d'altres:

- La capacitat funcional i els mecanismes d'adaptació fisiològica davant situacions de sol·licitació màxima.
- El perfil o model de la resposta funcional que caracteritza la prestació esportiva.
- La especificitat, validesa i fiabilitat de les proves de valoració funcional.
- Les diferències en la resposta fisiològica, condicionada per variables biològiques com ara l'edat, el pes, el sexe, etc., que venen establertes pels reglaments de la competició.
- L'establiment d'elements objectius de selecció d'individus amb capacitats físiques o coordinatives especials per a l'alt rendiment esportiu.

– La identificació i la medició d'aspectes fisiològics rellevants en el procés de planificació, programació, realització i control de l'entrenament, com ara l'orientació de les càrregues d'entrenament, la definició de llur intensitat, la valoració dels mecanismes i dinàmica de la resposta adaptativa, etc.

A partir d'ara ens referirem especialment a la valoració fisiològica, donat que la valoració biomecànica, que tal com hem vist forma part de la valoració funcional, té medis d'estudi i avaluació propis i diferenciats. La valoració fisiològica, emmarcada en un sistema de rendiment esportiu, té els següents objectius fonamentals:

1. *Control mèdico-esportiu.* Avaluació i control evolutiu de l'estat de salut, higiènic i nutricional, així com l'establiment de la capacitat funcional genèrica dels sistemes orgànics –amb criteris mèdics–.

2. *Detecció de talents.* Avaluació de les capacitats funcionals i comparació amb referències per a cada edat, sexe i nivell d'entrenament, amb l'objectiu d'establir un pronòstic de rendiment futur.

3. *Diagnòstic funcional.* Avaluació i control evolutiu de les capacitats funcionals genèriques i específiques per a cada modalitat esportiva i comparació amb referències intraindividuals i interindividuais.

4. *Pronòstic de rendiment.* Pronòstic funcional aplicat a la selecció d'esportistes o d'equips en comparació amb referències habitualment establertes amb grups d'esportistes del màxim nivell de rendiment possible o amb referències teòriques (perfils funcionals). Habitualment és aplicat a la selecció per a la competició i/o la inclusió en programes d'entrenament especial per a l'alt rendiment.

5. *Control i optimització de l'entrenament.* Diagnòstic del grau d'adaptació

a les càrregues d'entrenament, de l'estat de fatiga i de la síndrome de sobreentrenament. Optimització de l'entrenament, és a dir, establiment del volum, intensitat, densitat, direcció de l'entrenament, etc. òptims de les càrregues per una eficiència màxima.

6. *Recerca fisiològica i proves experimentals.* Recerca aplicada a l'el·laboració de models de prestació esportiva (rendiment), models d'entrenament, perfils funcionals de referència, validació de proves de valoració funcional, etc.

Al nostre entendre, la valoració funcional cal que sigui planificada i emmarcada estrictament dins el sistema d'entrenament (de rendiment) esportiu (Figura 1). Només així es pot garantir la seva efectivitat. Amb freqüència els sistemes de valoració més senzills, amb proves poc sofisticades però repetides i ben establertes –objectives, fiables i vàlides– són els més eficaços. Hem de pensar que l'entrenador i l'esportista només acceptaran el sistema quan donin com a resultat una informació clara i rellevant, i amb un mínim d'interferència sobre la dinàmica de l'entrenament.

Conceptualment, valoració funcional no és sinònim de fisiologia de l'exercici, tot i que resulten evidents els estrets lligams que les uneixen. De vegades els especialistes es perden en discussions bizantines sobre el significat fisiològic de certs paràmetres funcionals, oblidant els objectius plantejats més amunt. Un exemple és la polèmica actual sobre el significat fisiològic del concepte "llindar anaeròbic" i la seva aplicació a l'entrenament^{6, 14}. L'intercanvi de coneixements i experiències poden resoldre molts d'aquest problema i obrir el caràcter dinàmic de la ciència: les teories d'avui són els errors de demà. No per això hem de renunciar a aplicar-les quan els resultats do-

nen peu a un complexíssim procés de l'entrenament esportiu.

Les bases metodològiques de la valoració funcional

Les eines fonamentals de la valoració funcional aplicada a l'esport són les proves funcionals, o "tests" funcionals si utilitzem el terme quasi bé internacionalitzat. Les característiques bàsiques exigibles a un sistema efectiu de valoració funcional, són, segons MacDougall i col.⁴:

– Rellevància de les variables avaluades per l'esport i la modalitat practicats.

– Alt grau de validesa i fiabilitat de les proves seleccionades.

– Especificitat màxima possible de les proves i protocols utilitzats.

– Control rígid de l'administració de les proves i estandarització del protocol.

– Respecte pels drets humans dels esportistes.

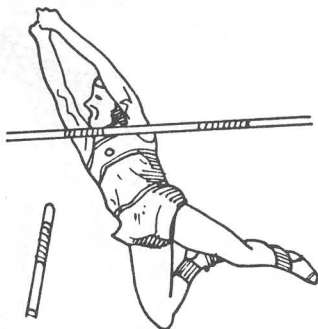
– Repetició de les proves a intervals regulars (control evolutiu).

– Interpretació dels resultats directament als entrenadors i als esportistes.

D'altra banda, els mètodes de valoració funcional poden ser, segons els casos, genèrics o específics:

– *Mètodes genèrics* són aquells sistemes d'avaluació global o referits a una sola funció, que permeten obtenir una informació sobre la capacitat funcional d'un subjecte, ja sigui de poca rellevància per la seva especialitat esportiva, o bé de baixa capacitat discriminativa en relació al seu rendiment potencial.

– *Mètodes específics* són aquells que avaluen capacitats rellevants per una modalitat esportiva concreta, tenint en compte factors com la cinemàtica i la dinàmica de l'especialitat, el cost ener-



gètic, les modificacions bioquímiques, els aparells o materials emprats en la competició, etc.

Ja hem comentat abans que la tendència de la valoració funcional aplicada a l'alt rendiment esportiu és clarament cap a l'utilització de tests específics,³ sempre que la tecnologia de que disposem ho permeti. Posem un exemple. La determinació del consum màxim d'oxigen ($\dot{V}O_{2\text{màx}}$), índex de potència aeròbica rellevant per proves atlèti-

ques de mig fons i fons, depèn del gest atlètic i varia en funció de les masses musculars en moviment, de manera que el $\dot{V}O_{2\text{màx}}$ determinat en un ciclo-ergòmetre és inferior a l'obtingut en una cinta rodant, a més de ser específic del tipus de protocol –metòdica de la prova– utilitzat.

Això ha donat lloc a l'aparició d'instruments específics de valoració (ergòmetres), basats en el principi de la simulació del gest biomecànic específic

de l'especialitat esportiva. Entre d'altres podem citar els següents (per més informació, veure Dal Monte^{3,5}):

- Ciclo-ergòmetre específic per ciclisme, amb seient, pedals, manillar i altres característiques adaptables a les dimensions antropomètriques dels subjectes.
- Remoergòmetres de punta i/o couple, alguns d'ells isocinètics, que reproduïen amb força precisió el perfil força-temps de la remada a l'aigua.
- Ergòmetre de piragua i canoa canadenc, que simulen la cinemàtica de la palada i permeten també el registre de dades dinàmiques.
- Ergòmetres per esquí nòrdic, que permeten la simulació del gest i el registre de forces aplicades per les quatre extremitats.
- Piscines ergomètriques, amb un sistema tancat de circulació de l'aigua en flux laminar, que permet regular la resistència a l'avanç del nedador– i també d'altres embarcacions com ara piragues, canoes, taules lliscadores, etc.
- Túnel del vent, que permet anàlisis biomecàniques de conjunts atleta-màquina –bobs, bicicletes, salts amb esquí, etc.

Assegurada la possibilitat de reproduir el gest biomecànic específic al laboratori, és important establir els paràmetres funcionals registrables que donen informació sobre la capacitat funcional o l'adaptació fisiològica de l'esportista a l'esforç. Podem classificar aquests paràmetres en:

1. *Paràmetres electrocardiogràfics.* El traçat electrocardiogràfic (ECG) i la freqüència cardíaca (Fc) són els més rellevants. Aquest registre es pot fer amb aparells d'electrocardiografia o amb pulsòmetres (cardiotacòmetres) que aïllen només un senyal elèctric per batec cardíac. La mesura es pot fer per telemetria i ser gravada i analitzada

posteriorment, fins i tot de forma automàtica i amb anàlisi gràfica, el que permet un registre molt interessant per proves de camp i monitorització de l'entrenament. També l'estudi de la tensió arterial (TA) és possible, encara que la informació obtinguda té interès preferent en les proves diagnòstiques mèdiques.

2. *Paràmetres ergoespiromètrics.* Són els obtinguts de l'anàlisi de la ventilació pulmonar i l'intercanvi de gasos durant l'esforç, mitjançant instruments (ergoespirometres) de tecnologia diversa: de circuit tancat –poc usats actualment–, de circuit obert –amb diversos mètodes de registre de la ventilació– (pneumotacogràfic, per turbina, gasomètrics, “breath by breath”, etc.) i d'anàlisi dels gasos respiratoris (O_2 i CO_2). Els més importants són:

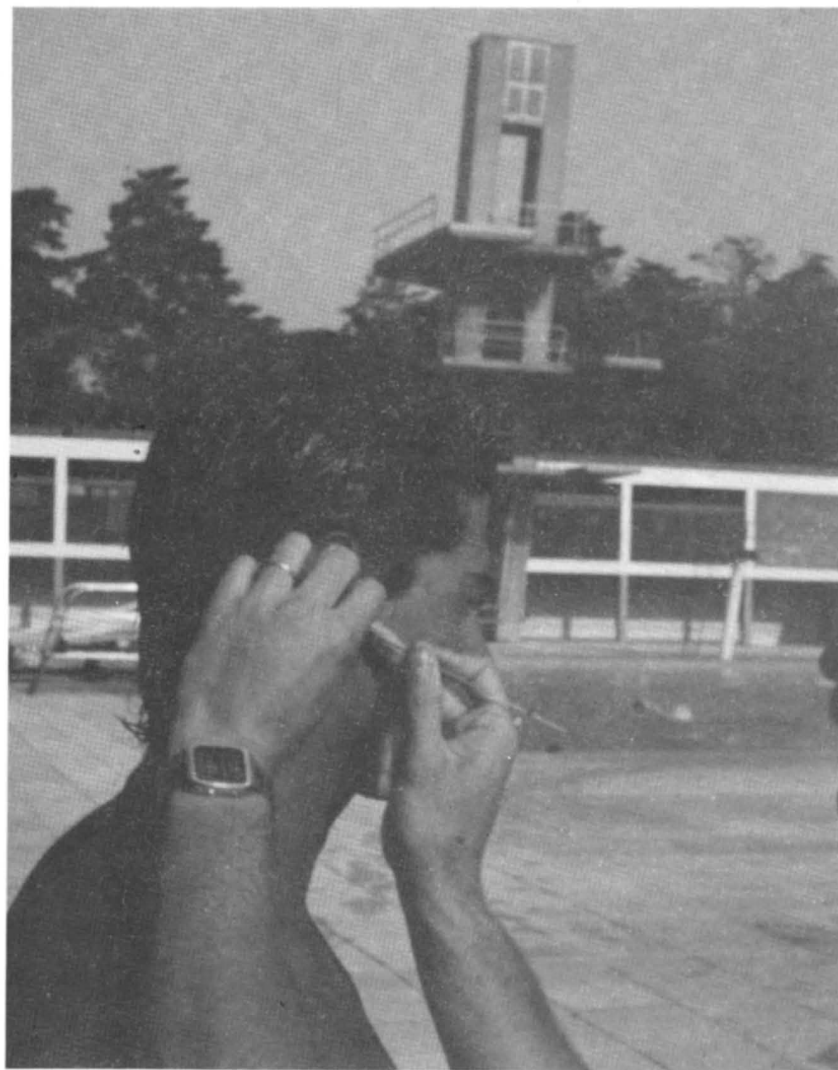
- Ventilació pulmonar ($\dot{V}E$) i freqüència respiratòria (Fr), indicadors de la magnitud i la freqüència de la funció pulmonar.

- Consum d'oxigen ($\dot{V}O_2$), que pot ser analitzat en funció de la càrrega de treball o d'altres paràmetres funcionals –per estudis d'eficiència energètica, respiratòria o metabòlica–, o bé considerat el seu valor màxim ($\dot{V}O_{2\text{ màx}}$), en termes absoluts o en relació a la massa corporal com un índex de potència aeròbica.

- Producció de diòxid de carboni ($\dot{V}CO_2$), utilitzat com a paràmetre indicador dinàmic de la participació de la glicolisi anaeròbica, i per tant estimatiu del llindar anaeròbic ventilatori i en certa mesura de l'acidosi làctica.

- Índex derivats dels paràmetres anteriors, com ara el pols d'oxigen ($\dot{V}O_2/Fc$), el coeficient aeròbic ($\dot{V}O_2/Kg$), el quocient respiratori ($QR = (\dot{V}CO_2 / \dot{V}O_2)$), l'equivalent ventilatori de l'oxigen ($\dot{V}E/\dot{V}O_2$) i del CO_2 ($\dot{V}E/\dot{V}CO_2$), i un ampli etc.

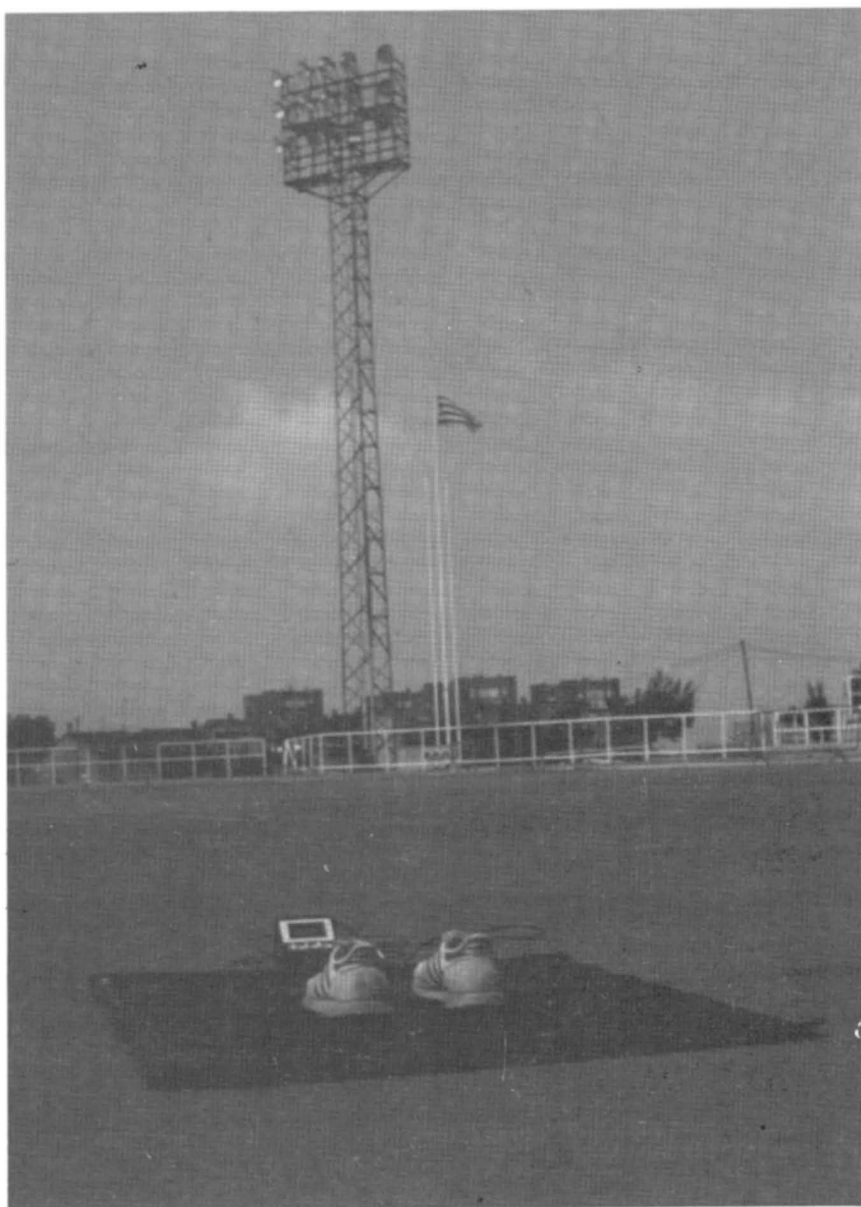
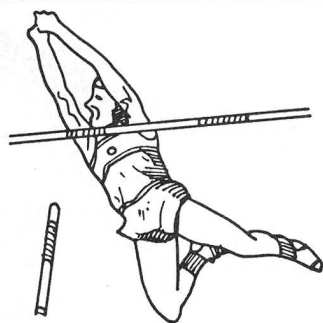
3. *Paràmetres ergomètrics.* Com ara



el treball mecànic efectuat (W), la potència (P), la freqüència del gest mecànic –com ara la freqüència de pedales, de cursa o de palades–, les forces aplicades sobre elements de l'ergòmetre, i un ampli ventall de dades cinemàtiques i dinàmiques associades.

4. *Paràmetres bioquímics.* Molt utilitzats en els darrers anys al millorar les tècniques analítiques i de recollida

de mostres (micromètodes), que permeten l'anàlisi de quantitats molt petites de sang capilar –del lòbul de l'orella o de la punta del dit–, amb la suficient precisió. Un exemple important és el lactat sanguini, utilitzat com a índex de la participació del metabolisme anaeròbic làctic. La llista de substàncies que poden donar informació complementària és molt àmplia (glu-



cosa, àcids grassos, hormones, urea, amoniac, enzims, ions, etc.) alguns dels quals són utilitzats pel control de l'assimilació de l'entrenament –com ara per al control de la fatiga i la recuperació–.

5. *Paràmetres dinamomètrics.* La valoració de la força i els seus components és un dels camps més innovadors en el present. De la valoració quasi exclusiva de la força isomètrica s'ha passat en els darrers anys als tests dinà-

mics, alguns amb estudi de diferents components –elàstics, reactius, curves força-velocitat, pliòmètrics, etc.– i isocinètics, molt més adaptats a les exigències biomecàniques de les modalitats esportives.

6. *Paràmetres cineantropomètrics.* La cineantropometria, branca científica a cavall entre l'anatomia funcional i la fisiologia, gràcies als estudis en esportistes d'alt rendiment, especialment olímpics, ha permès el·laborar sistemes de valoració i models de referència de la composició corporal, el somatotipus –morfologia corporal– i la proporcionalitat.^{8, 9} Algunes d'aquestes característiques són molt específiques de certes especialitats esportives, i no poden ser obviades en un context global d'avaluació.¹⁰

7. *Altres.* Cal no oblidar altres tècniques que són utilitzades en valoració funcional, encara que es trobin limitades a certs laboratoris per diverses raons, o es trobin encara en una fase experimental: biòpsies musculars –amb estudi morfomètric, enzimàtic, bioquímic, etc.–, espectrometria per ressonància nuclear magnètica (NMRS) –per estudis metabòlics, electromiografia (EMG), etc.

Per a la descripció de la metodologia i protocols dels diferents tests utilitzats, massa extensa per ser presentada en el present article, adreçem el lector a les referències.^{3, 4, 5}

Del laboratori al camp esportiu

Però aquest esforç tecnològic no és l'únic posat en joc per assolir l'objectiu de l'especificitat en la valoració del gest esportiu, i fins i tot potser no el més efectiu. L'altre gran camp de recerca i aplicació són les anomenades "proves de camp". La idea bàsica és

utilitzar el registre de paràmetres fisiològics i funcionals durant l'esforç al mateix camp esportiu per obtenir informació sobre la capacitat funcional dels esportistes o sobre la participació de les diferents vies metabòliques.

En realitat, la creixent utilització d'aquestes proves ve també de la mà de mètodes analítics progressivament més fiables i menys invasius, cas de les tècniques de lactacidèmia ja esmentades, o d'aparells tecnològicament més avançats cas dels electrocardiografs i cardiotacòmetres telemètrics. Aquests han permès abandonar el laboratori, i amb certes limitacions o precaucions, avaluar de forma molt més específica la resposta fisiològica a l'esforç esportiu.

La utilització de sistemes basats en la determinació de la lactacidèmia –concentració plasmàtica de lactat–, o en el registre de la freqüència cardíaca en funció de la velocitat de desplaçament –Test de Conconi–, en són exemples. Aquests han estat mètodes molt útils per l'estudi dels fenòmens de transició metabòlica, i especialment del anomenat "llindar anaeròbic". Per una discussió detallada dels conceptes i mètodes utilitzats en valoració funcional, veure Rodríguez.⁶ Les possibilitats dels mètodes de camp són molt àmplies i, en molts sentits, encara inexplorades. Com a anècdota comentarem la introducció recent d'un nou test d'anàlisi de la transició aneròbica alàctico-làctica

en velocistes, que defineix l'existència d'un "llindar alàctico-làcti" en sprints de 5-6 s. de durada, amb una àmplia variació inter-individual (Rodríguez i Martín).¹¹

L'aplicació potser més interessant i innovadora dels tests de camp és el control de la intensitat de l'entrenament. Els treballs de l'escola alemanya, i en especial els de Mader i col.^{12, 13, 14} han obert una nova perspectiva de la valoració funcional, basada en la determinació de la intensitat de l'esforç amb mètodes de lactacidèmia, que aplicada a especialitats com la natació, les curses de mig fons i fons en atletisme, el rem i el ciclisme, tenen, i tindran encara més en el futur, una gran aplicació pràctica. Per una discussió d'alguns d'aquest mètodes aplicats en la natació, veure Rodríguez.⁷ Mètodes basats en aquesta nova perspectiva han estat utilitzats satisfactòriament en la preparació d'esportistes d'alt rendiment al nostre país, destacant entre d'altres, les Seleccions Nacionals de Rem (1983-1986), que obtingueren 16 medalles en Campionats del Món i una Medalla de Plata Olímpica al període esmentat, i la Selecció Olímpica de Natació a Seül, amb una Medalla de Bronze als 200 m braça a càrrec del nedador Sergi López. Cal dir que aquestes fites esportives s'han assolit amb un gran esforç col·lectiu al voltant del nucli esportista-entrenador, i amb un esperit de ser-

vei i col·laboració, mai de protagonisme.

Conclusions

– La valoració funcional és una nova especialització científica, emmarcada en el context pluridisciplinar de les ciències aplicades a l'esport, que aplega sistemes i tècniques basades en la fisiologia, la medicina de l'esport, l'ergometria, la biomecànica, l'antropometria, la bioquímica, etc., i molt vinculada al procés global de l'entrenament i al sistema d'alt rendiment esportiu.

– De la valoració mèdico-esportiva clàssica, basada en proves funcionals de laboratori –ergometria–, es progressa cap a un sistema complex de valoració específica per cada modalitat esportiva, amb objectius més amplis i amb mètodes nous, basats en una tecnologia moderna i en proves de laboratori específiques i proves realitzades al propi camp esportiu.

– L'alt rendiment esportiu exigeix una informació ràpida, incruenta, rellevant i fiable sobre l'adaptació funcional de l'organisme de l'esportista a les càrregues de treball i sobre la seva capacitat de rendiment fisiològic. La valoració funcional, emmarcada en el procés d'entrenament esportiu, pot contribuir raonablement, encara que de forma desigual en funció de les especialitats esportives, a l'èxit esportiu perseguit.

BIBLIOGRAFIA

1. KIRSCH, A.: *I limiti dell'uomo nello sport*. *Atleticastudi*, 5: 15-22, 1987.
2. HOLLMAN, W.: "The definition and scope of sports medicine". In: Dirix A., Knuttgen H.G., Tittel K. (eds.), *The Olympic book of sports medicine*. IOC/FIMS. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1988.
3. DAL MONTE, A.: *La valutazione funzionale dell'atleta*. Sansoni Editore Nuova, Firenze, 1983.
4. MACDOUGALL, J.D.; WENGER, H.A.; GREEN, H.J.: (Eds.): *Physiological testing of the elite athlete*. The Canadian Association of Sports Sciences, Sport Medicine Council of Canada, 1982.
5. DAL MONTE, A.: "Exercise testing and ergometers". In: Dirix A., Knuttgen H.G., Tittel K. (eds.), *The Olympic book of sports medicine*. IOC/FIMS. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1988.
6. RODRÍGUEZ, F.A.: "Umbral anaeróbico y entrenamiento". *Arxius de Medicina del Deporte*, vol. 3, 10: 145-156 (1986).
7. RODRÍGUEZ, F.A.: "Valoración funcional, control y programación del entrenamiento en nadadores, mediante técnicas de determinación de lactacidemia". *Revista de Entrenamiento Deportivo*, vol. I, 2: 28-36, (1987).
8. ROSS, W.D.; DE ROSE, E.H.; WARD, R.: "Anthropometry applied to sports medicine". In: Dirix A., Knuttgen H.G., Tittel K. (eds.), *The Olympic book of sports medicine*. IOC/FIMS. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1988.
9. CARTER, J.E.L. (Ed.): "Physical structure of Olympic athletes. Part II: Kinanthropometry of Olympic athletes". *Medicine Sport*, vol. 18. Karger, Basel, 1984.
10. RODRÍGUEZ, F.A.: *Valoración cineantropométrica de remeros peso ligero de nivel internacional*. Tesina de Diplomatura en Educación Física. INEFC Barcelona, 1986.
11. RODRÍGUEZ, F.A.; MARTÍN, R.: *Análisis de la transición anaeróbica aláctico-láctica en velocistas mediante un test de lactacidemia*. Actes del "V Congreso Europeo de Medicina del Deporte", Barcelona, 1988.
12. MADER, A.; HECK H.; HOLLMANN, W.: *Evaluation of lactic acid contribution by determination of postexercise lactic acid concentration of ear capillary blood in middle-distance runners and swimmers*. In: Landry F., Orban W.A.R. (ed.), *The International Congress of Physiological Activity Sciences*, vol. IV, Exercise Physiology, pp. 187-200, 1978.
13. MADER, A.; LIESEN, H.; HECK H.; PHILIPPI, H.; ROST, R.; SCHURCH, P.; HOLLMANN, W.: "Zur beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor". *Sportarzt u. Sportmedizin*, 4: 80-88, 5: 109-112, 1976.
14. Heck, H.; MADER, A.; HESS, G.; MÜCKE, S.; MÜLLER, R.; HOLLMANN, W.: "Justification of the 4-mmol/l lactate threshold". *Int. J. Sport Med.* 6: 117-130, 1985.