

# apunts

EDUCACIÓ FÍSICA I ESPORTS

112

2n trimestre (abril-juny) 2012 · 6 € (IVA inclòs)  
ISSN-0214-8757

**Ciències humanes i socials - Fòrum "José María Cagigal"**

*Activitat física i salut*

*Educació física*

*Pedagogia esportiva*

*Entrenament esportiu*

*Tesis doctorals*



**INEFC**



Generalitat  
de Catalunya



# 40 Years of Research in Skeletal Muscle Plasticity; a Personal Account

**HANS HOPPELER**

Institute of Anatomy  
University of Bern (Switzerland)

## Abstract

*The present review is a highly biased personal perspective on some of the research carried out over the last 50 years documenting the phenomena and the mechanisms of skeletal muscle tissue malleability. I will take a historical approach and follow some of the threads that have spurred my curiosity and have guided my research over my research career. This review is not exhaustive nor is it balanced. It represents my personal interests and some of the crucial findings that shaped my research agenda. I was lucky to conduct this research with many inventive collaborators that have done the major share of the actual research work. I have also been fortunate to have two outstanding mentors, E.R. Weibel and C.R. Taylor, who supported me throughout my research with advice guidance and, at least initially, with the necessary financial support. They have fostered a comprehensive approach and have taught me to combine functional and structural research to arrive at an integral view of system performance. When the appropriate molecular tools became available in the late 90ies, these helped start to unravel the mechanisms underlying the structural and functional plasticity of muscle documented previously. The insight that skeletal muscle tissue, when actively used is a major determinant of human physical well-being and health, continues to boost mechanistic research in muscle plasticity in the future.*

**Keywords:** muscle, plasticity, mitochondria, capillary,  $VO_{2max}$

## Muscle as malleable tissue

Skeletal muscle tissue comprises some 40% of the human body mass. It is thus the most abundant of all human tissues. It is surprising that the mechanism of the most essential task of muscle, the capacity to contract and thus to perform mechanical work,

# Quaranta anys de recerca sobre la plasticitat del múscul esquelètic. Conclusions personals

**HANS HOPPELER**

Institut d'Anatomia  
Universitat de Berna (Suïssa)

## Resum

Aquest és un estudi personal altament subjectiu sobre la recerca duta a terme durant els darrers cinquanta anys que documenta els fenòmens i els mecanismes de la plasticitat del teixit muscular esquelètic. Enfocaré el treball des d'una perspectiva històrica i seguiré alguns dels fils que han despertat la meua curiositat i han guiat la meua recerca al llarg de la meua carrera investigadora. Aquest estudi no és ni exhaustiu ni equilibrat. Representa els meus interessos personals i alguns descobriments crucials que han marcat els meus objectius d'investigació. He tingut la sort de dur a terme aquest estudi amb col·laboradors molt creatius que han estat els que han dut a terme la major part d'aquesta investigació. També he tingut la sort de comptar amb dos tutors excepcionals, E. R. Weibel i C. R. Taylor, el quals m'han donat suport durant tot el procés guiant-me i donant-me consells i, inicialment, facilitant-me l'ajuda econòmica necessària. Han fomentat un enfocament global i m'han ensenyat a combinar la recerca funcional i estructural per tal d'assolir una visió integral del rendiment del sistema. Quan les eines moleculars apropiades van passar a estar disponibles a finals dels noranta, aquestes van ajudar a descobrir els mecanismes subjacents de la plasticitat estructural i funcional del múscul prèviament descrita. La idea que el teixit muscular esquelètic actiu és determinant per al benestar físic i per a la salut continuarà impulsant la recerca mecanicista de la plasticitat muscular en el futur.

**Paraules clau:** múscul, plasticitat, mitocòndria, capil·lar,  $VO_{2max}$

## El múscul com a teixit mal·leable

El teixit muscular esquelètic comprèn al voltant del 40% de la massa corporal. És, per tant, el més abundant de tots els teixits humans. És sorprenent com el mecanisme de la tasca més essencial del múscul, la capacitat de contraure's i fer un treball mecànic, s'ha mantingut vague

*remained elusive for a long time. Using electron microscopy, it was Huxley (1957) who established the "sliding filament" mechanism by which the mechanical phenomena of muscle contraction could be explained to satisfaction. What remained open at that time was whether the capacity to produce force could extrinsically be modified, i.e. whether skeletal muscle tissue was phenotypically malleable. While the malleability of human physical performance capacity was scientifically well established in the 50ies, as competently reviewed by Astrand (1956), the structural malleability of muscle tissue was not. Astrand (1956) noted that outstanding human performance, exemplified in outstanding feats of elite athletes, was the result of both natural endowment and specific exercise training, whereby it was assumed that central factors, such as cardiac output were sufficient to explain exercise induced changes of performance capacity.*

*While the malleability of human exercise performance was quite obvious and well documented, it remained unclear how, on the level of the skeletal muscle tissue, performance was modified by exercise training. There was a debate on whether muscle was an essentially unalterable tissue or whether exercise training could lead to detectable (structural) modifications explaining exercise training induced changes in muscle performance. While Russian scientists reported on increases of a number of enzyme activities such as hexokinase and succinate dehydrogenase after exercise training both in heart and skeletal muscle tissue (see Yakovlev, Krasnova, & Chagovets, 1963) other research of the time indicated that even prolonged exercise did not lead to muscle tissue enzyme modifications (Gould & Rawlinson, 1959; Hearn & Wainio, 1956).*

*The first study to unequivocally show massive changes in endurance capacity as well as in mitochondrial content of skeletal muscle tissue of growing rats after strenuous endurance training was published by Holloszy (1967). 6 weeks old male rats were run on a treadmill using an incremental exercise training program. Rats were run for 12 weeks, initially for 10 minutes at 22m per minute twice daily. At the end of the training period rats were run 120 minutes at 31m per minute with 12 sprints at 42m per minute lasting 20seconds. Holloszy (1967) found that the capacity to oxidize pyruvate of isolated mitochondria of gastrocnemius muscle of trained rats was essentially doubled*

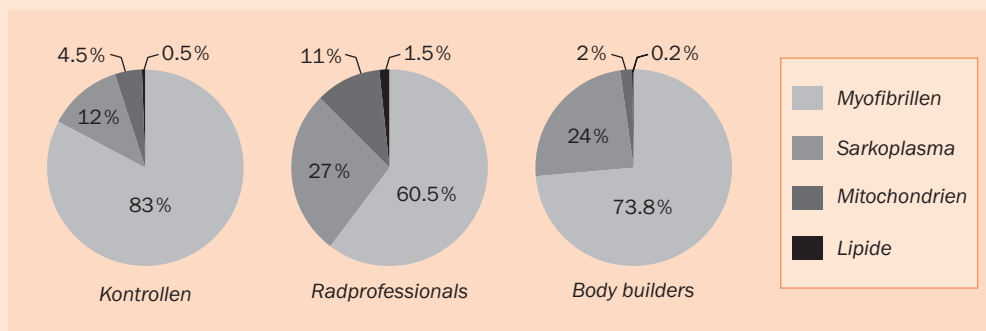
*i imprecís durant tant de temps. A partir de la microscòpia electrònica, Huxley (1957) va establir el mecanisme del "filament lliscant", el qual permet explicar satisfactòriament els fenòmens mecànics de la contracció muscular. El que va romandre sense resoldre en aquell moment va ser si la capacitat de produir força podia ser extrínseca-ment modificada, per exemple, si el teixit muscular esquelètic era fenotípicament modificable o no. Així com la modificació de la capacitat del rendiment físic humà va ser científicament establerta als anys cinquanta, tal com va descriure Astrand (1956), la plasticitat estructural del teixit muscular no ho va ser. Astrand (1956) va assenyalar que el rendiment humà excepcional, exemplificat per fites d'atletes d'elit, era el resultat tant del talent natural com de l'entrenament específic, per la qual cosa es va suposar que factors centrals com el cabal cardíac eren suficients per explicar els canvis en la capacitat de rendiment induïts per l'exercici.*

*Mentre que l'adaptabilitat del rendiment físic humà era bastant òbvia i estava ben documentada, va romandre confús com el rendiment era modificat per l'entrenament físic en el teixit muscular esquelètic. Es va iniciar un debat sobre la qüestió de si el múscul era un teixit essencialment inalterable o si, al contrari, l'entrenament físic podia dur a modificacions (estructurals) notables argumentat que l'exercici físic induïa canvis en el rendiment de la musculatura. Mentre que científics russos van constatar nombroses activitats enzimàtiques com l'hexocinasa i la succinat de deshidrogenasa després de l'exercici tant en el cor com en el teixit muscular esquelètic (Yakovlev, Krasnova, & Chagovets, 1963), altres investigacions d'aquell moment indicaven que fins tot l'exercici prolongat no conduïa a modificacions enzimàtiques en el teixit muscular (Gould & Rawlinson, 1959; Hearn & Wainio, 1956).*

*Holloszy (1967) va publicar el primer estudi que va mostrar de forma inequívoca canvis molt considerables en la capacitat de resistència, així com també en el contingut mitocondrial en el teixit muscular esquelètic de rates en creixement després d'un entrenament intens. Es va fer córrer rates mascles de sis setmanes en una cinta de córrer seguint un programa d'entrenament físic incremental. El programa va durar 12 setmanes, durant les quals les rates corrien 10 minuts a 22 metres per minut dos cops al dia. Al final del període d'entrenament, les rates corrien 120 minuts a 31 metres per minut amb 12 esprints de 20 segons a 42 metres per minut. Holloszy (1967) va descobrir que la capacitat d'oxidar el piruvat de mitocondris aïllades del múscul gastrocnemi de*

along with the activities of oxidative enzymes such as cytochrome c reductase, succinate oxidase and cytochrome oxidase. As the concentration of cytochrome c was also found to be increased by a factor of close to 2, Holloszy (1967) proposed that the rise in activity of respiratory enzymes had to be due to an increase in mitochondrial protein. The ground-breaking study of Holloszy (1967) established once and for all the exceptional malleability of skeletal muscle tissue and pointed to mitochondria as being the essential structural entities subjected to bulk change with endurance exercise training. This study also indicated that it was necessary to use incremental strenuous exercise protocols to induce demonstrable structural modifications with exercise training. Not much later, Gollnick and King (1969) published a study in which rats were trained with forced running and mitochondria were analyzed with electron microscopy. The authors concluded that mitochondria in skeletal muscle of trained rats were significantly more numerous, appeared larger and with more densely packed cristae than mitochondria of control rats. They also reported that mitochondria and muscle fibers in rats run to exhaustion appeared to be swollen. This study confirmed the results of Holloszy (1967) by demonstrating with electron microscopy a volume change of the mitochondrial compartment as a consequence of endurance exercise training. However, there were a number of technical shortcomings which made these results qualitative rather than quantitative. The morphometric technique used to establish mitochondrial size and numerical density was inadequate as was the fixation of the muscle tissue. Gollnick and King used 1% osmium tetroxide in barbital acetate buffer at 350-400 mOsm. We later found this to be insufficient for muscle tissue and used higher osmolarity pre-fixation in glutaraldehyde (Hoppeler, Lüthi, Claassen, Weibel, & Howald, 1973).

rates entrenades es duplicava juntament amb les activitats dels enzims oxidatius com el Citocrom C reductasa, el Succinat oxidasa i el Citocrom oxidasa. Així la concentració de Citocrom C també va augmentar en un factor de quasi 2, Holloszy (1967) va concloure que aquest augment d'activitat dels enzims respiratoris es devia a un increment de les proteïnes mitocondrials. L'innovador estudi de Holloszy (1967) va establir finalment l'excepcional adaptabilitat del teixit muscular esquelètic i definia les mitocondries com les entitats estructurals essencials subjectes a la modificació en massa amb l'entrenament físic de resistència. L'estudi també indicava que és necessari utilitzar protocols d'exercici intensos i incrementals per tal d'induir modificacions estructurals demostrables a partir de l'entrenament. Pocs anys més tard, Gollnick i King (1969) van publicar un estudi en el qual les rates eren entrenades i forçades a córrer i les mitocondries eren mitjançant microscòpia electrònica. Els autors van concloure que les mitocondries en els músculs esquelètics de rates entrenades eren significativament més nombroses, més grans i presentaven les crestes mitocondrials més denses que les mitocondries de rates control. També van assenyalar que les mitocondries i les fibres musculars de les rates que corrien fins a estar exhaustes apareixien inflamades. Aquest estudi va confirmar els resultats de Holloszy (1967), demostrant, mitjançant microscòpia electrònica, variacions del volum del compartiment mitocondrial com a conseqüència de l'entrenament físic de resistència. Malgrat això, hi va haver un seguit de llacunes tècniques que van fer d'aquests resultats fossin més qualitius que no quantitius. La tècnica morfomètrica utilitzada per mesurar la mida mitocondrial i la densitat numèrica era inadequada, així com també la fixació del teixit muscular. Gollnick i King van usar un 1% de tetròxid d'osmi en el tampó d'acetat barbital a 350-400 mOsm. Posteriorment, vam descobrir que aquestes condicions eren insuficients per al teixit muscular i van utilitzar una prefixació d'osmolaritat més alta en glutaraldehid (Hoppeler, Lüthi, Claassen, Weibel, & Howald, 1973).



**Figure 1.** Distribution of key muscle components in controls, professional cyclists and body builders (redrawn from Hoppeler, 1986)

**Figura 1.** Distribució de components musculars clau en els controls de ciclistes professionals i culturistes (adaptat de Hoppeler 1986)

Shortly later Morgan, Cobb, Short, Ross, & Gunn (1971) subjected human volunteers to progressive one leg exercise on a bicycle ergometer 2 hours daily for one month. Muscle biopsies were analyzed biochemically and processed for electron microscopy. They found an increase in respiratory enzyme activities as well as in mitochondrial protein content. These changes were supported structurally by a 55% increase in the volume fraction of mitochondria; the latter established by classical stereological techniques.

## Mitochondria and $VO_2\text{max}$

This was the research background 1971 when I was involved as a medical student in teaching exercise physiology labs at the Federal School of Physical Education (ESSM) in Magglingen, Switzerland. The director of its Research Institute was Hans Howald, who recently had learned taking muscle biopsies in Scandinavia from Bengt Saltin using the Bergstrom (1962) technique and needle.

Between the Research Institute and the Department of Anatomy of the University of Bern, led by Ewald R. Weibel, a research collaboration was set up (funded by Swiss National Science Foundation) to perform a state of the art stereological study of skeletal muscle tissue using biopsies processed for electron microscopy of trained and untrained subjects functionally characterized by a  $VO_2\text{max}$  test. The study comprised 18 subjects 6 of which belonged to the Swiss team of orienteers that had won the silver medal at the 1970 orienteering world championship.  $VO_2\text{max}$  ranged from 39 to 84  $\text{mlO}_2/\text{min} \times \text{kg}$  and as a main finding we could establish a highly significant correlation between the volume density of muscle mitochondria in biopsies of vastus lateralis and the  $VO_2\text{max}$  of the subjects. We also could establish that the mitochondria of trained subjects were structurally indistinguishable from mitochondria of untrained subjects in terms of cristae surface density and the volume fractions of the internal spaces (volume of matrix and inter-membrane space). Additional findings that did stand the test of time were that the trained subjects had a significantly larger fraction of their total mitochondria located in a subsarcolemmal position and that the volume fraction of intramyocellular lipids was

Una mica més tard, Morgan, Cobb, Short, Ross, & Gunn (1971) van sotmetre persones voluntàries a exercicis progressius amb una cama en una bicicleta estàtica dues hores al dia durant un mes. Es van fer biòpsies musculars i es van analitzar bioquímicament i es van processar per a una microscòpia electrònica. Es va trobar un increment en l'activitat d'enzims respiratoris, així com també en el contingut proteic mitocondrial. Aquests canvis van ser reforçats estructuralment per un increment del 55 % en la fracció del volum de les mitocòndries; aquest últim va ser demostrat per tècniques estereològiques clàssiques.

## Mitocòndries i $VO_2\text{max}$

Aquest era l'antecedent de l'estudi el 1971 quan, com a estudiant de medicina, ensenyava fisiologia de l'exercici a la Federal School of Physical Education (ESSM), a Magglingen, Suïssa. El director d'aquest Institut de Recerca era Hans Howald, que recentment havia après, amb Bengt Saltin a Escandinàvia, a obtenir biòpsies musculars mitjançant la tècnica Bergstrom (1962) amb agulla.

Entre l'Institut de Recerca i el Departament d'Anatomia de la Universitat de Berna, es va crear una col·laboració d'investigació dirigida per Ewald R. Weibel (finançada per la Swiss National Science Foundation) per tal de dur a terme estudis estereològics mitjançant microscòpia electrònica del teixit muscular esquelètic a partir de subjectes entrenats i no entrenats caracteritzats funcionalment per un test  $VO_2\text{max}$ . L'estudi comprenia 18 subjectes, 6 dels quals pertanyien a l'equip suís d'orientadors que havien guanyat la medalla de plata al campionat del món d'orientació el 1970. El  $VO_2\text{max}$  variava de 39 a 84  $\text{mlO}_2/\text{min} \times \text{kg}$ , i com a descobriment principal vam poder constatar una alta correlació entre la densitat del volum de les mitocòndries dels músculs en biòpsies de vastus laterals i el  $VO_2\text{max}$  dels subjectes estudiats. També vam poder constatar que les mitocòndries dels subjectes entrenats eren estructuralment indistingibles de les mitocòndries dels subjectes no entrenats pel que fa a la densitat de la superfície de les crestes i a les fraccions de volum dels espais interns (volum de la matriu i espai intermembranós). Els descobriments addicionals que han resistit el pas del temps van ser que els subjectes entrenats tenien una fracció significativament més gran del total de mitocòndries situades en una posició subsarcolemmàtica i que la fracció de volum dels lípids intramiocel·lulars era més del doble comparada amb la dels subjectes no entrenats. De manera

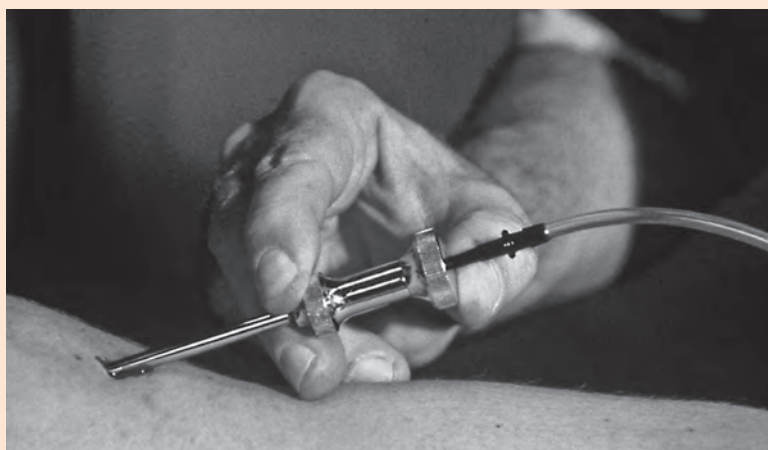


larger by more than two fold compared to untrained subjects. Overall this study led us to conclude that maximum oxygen intake was not only limited by the capacity of the cardiovascular system but also by the oxidative capacity of skeletal muscle mitochondria. This statement led to a year-long controversy about central vs. peripheral limitation (see below).

The 1973 study of  $\text{VO}_2\text{max}$  and mitochondrial volume was (and still is) highly cited with the limitation of being correlative. After finishing my medical studies and after a three years engagement as an intern at a hospital I came back to the Department of Anatomy to engage in an academic career. One ambition was to verify the correlative results of our 1973 study in an interventional study and to further explore the relationship between mitochondria and oxygen consumption at the whole animal level. We carried out a 6 weeks training study in which 8 previously untrained subjects were trained 5 times weekly with a load eliciting 85-90% of the maximal heart rate for most of the training duration. This training intervention led to a 40% increase in mitochondrial volume of vastus lateralis muscle, a 33% increase in the load that we could maximally maintain during a training session and a 14% increase in  $\text{VO}_2\text{max}$ . We could further confirm the preferential proliferation of subsarcolemmal mitochondria as well as a doubling of the intramyocellular lipid content (Hoppeler, Howald et al., 1985). Mitochondria were found to increase significantly in all

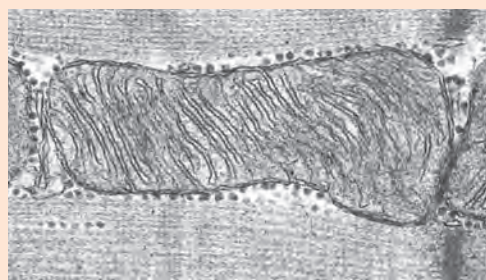
global, aquest estudi va portar a la conclusió que el volum màxim d'oxigen no estava únicament limitat per la capacitat del sistema cardiovascular, sinó també per la capacitat oxidativa de les mitocòndries dels músculs esquelètics. Aquesta afirmació va provocar una controvèrsia sobre la limitació central vs. perifèrica (vegeu a continuació), que va durar un any.

L'estudi de 1973 del  $\text{VO}_2\text{max}$  i del volum mitocondrial va ser (i encara és) altament citat amb la limitació de ser correlatiu. Un cop acabats els meus estudis de medicina, i després de tres anys com a intern en un hospital, vaig tornar al Departament d'Anatomia per començar la meua carrera acadèmica. Una de les meues ambicions era verificar els resultats correlatius del nostre estudi de 1973 en un estudi d'intervenció i explorar en profunditat la relació entre les mitocòndries i el consum d'oxigen animal. Vam dur a terme un estudi d'entrenament de 6 setmanes en el qual 8 subjectes prèviament no entrenats van haver de seguir un entrenament 5 cops per setmana amb una càrrega entre el 85-90% de la freqüència cardíaca màxima durant la major part de l'entrenament. Aquest entrenament va causar un increment d'un 40% del volum mitocondrial en músculs vasts laterals, un increment del 33% de la càrrega màxima que podríem suportar durant una sessió d'entrenament i un increment del 14% del  $\text{VO}_2\text{max}$ . Vam poder, a més confirmar la proliferació preferencial de mitocòndries subsarcolèmiques, així com la duplicació de lípids intramiocel·lulars (Hoppeler, Howald, et al., 1985). Es va comprovar que les mitocòndries s'incrementaven significativament en els tres tipus de fibres,



**Figure 2.** Original picture of Bergstrom (Bergstrom 1962) needle as used in the 1973 study (Hoppeler, Lüthi et al. 1973) with rudimentary aseptic and protective measures. Typical of that time

**Figura 2.** Fotografia original de l'agulla de Bergstrom (Bergstrom, 1962) utilitzada en l'estudi de 1973, amb mesures d'asèpsia i de protecció rudimentàries (Hoppeler et al., 1973). Típic d'aquella època



**Figure 3.** Micrograph of a mitochondrion in a longitudinal section of muscle tissue

**Figura 3.** Micrografia d'una mitocòndria en una secció longitudinal del teixit muscular

three fiber types, suggesting activation of all muscle fiber types in an exhaustive bout of endurance exercise carried out at some 20% of the maximal available sprint performance for the muscle involved (Howald, Hoppeler, Claassen, Mathieu, & Straub, 1985). These studies confirmed the massive short term plasticity of skeletal muscle tissue and pointed to the fact that local changes of oxidative capacity of muscle could be correlated to local functional changes (aerobic power output) but not immediately to global changes in  $\text{VO}_2\text{max}$  that were found to be more modest.

During this time we carried out a large comparative study with the aim to characterize the design of the respiratory system by tracing the function and the structure of the pathway of oxygen from lungs to skeletal muscle mitochondria (Taylor, Karas, Weibel, & Hoppeler, 1987). In the context of this study all structural variables relevant for oxygen transfer from air to skeletal muscle mitochondria were quantitatively assessed using adequate stereological techniques for the lungs, the heart and the skeletal muscle tissue. The basic tenet of the study was that animals would build and maintain enough (but not more) structure on each step of the respiratory cascade to support maximal oxygen flux through all compartments (symmorphosis). We therefore estimated  $\text{VO}_2\text{max}$  of a large number of mammalian species whereby  $\text{VO}_2\text{max}$  was defined as the individually reproducible upper limit of oxygen consumption beyond which additional energy for locomotion was supplied anaerobically as evidenced by lactate accumulation in the circulation. Our analysis profited from the fact that it is generally accepted that under conditions of  $\text{VO}_2\text{max}$  more than 95% of the oxygen flowing through the respiratory system would be consumed by mitochondria in active skeletal muscles and that thus, the oxygen flux through all the compartments of the respiratory system, from lungs to skeletal muscle mitochondria had to be equal. This afforded us with a tractable quantitative physiological model of the mammalian respiratory system.

In the experimental part of the study we estimated  $\text{VO}_2\text{max}$  of species as small as the European wood-mouse (body mass 16g) and as large as horses and steers (body mass 500kg). As  $\text{VO}_2\text{max}$  was shown to increase with the 0.8 power of body mass (body mass dependent or allometric variation of  $\text{VO}_2\text{max}$ ), this afforded us with a weight specific difference of  $\text{VO}_2\text{max}$

la qual cosa suggereix una activació de tots els tipus de fibres musculars en un exercici exhaustiu de resistència dut a terme al 20% del rendiment màxim d'esprint possible pel múscul involucrat (Howald, Hoppeler, Claassen, Mathieu, & Straub, 1985). Aquests estudis van confirmar la gran plasticitat a curt termini del teixit muscular esquelètic i van assenyalar el fet que canvis locals de la capacitat oxidativa del múscul podrien estar correlacionats amb canvis funcionals locals (potència de sortida aeròbica), però no immediatament correlacionats amb canvis globals en el  $\text{VO}_2\text{max}$ , els quals van resultar ser més moderats.

Durant aquest temps he dut a terme un gran estudi comparatiu amb l'objectiu de caracteritzar el disseny del sistema respiratori fent un seguiment de la funció i l'estructura del recorregut de l'oxigen des dels pulmons fins a les mitocòndries dels músculs esquelètics (Taylor, Karas, Weibel, & Hoppeler, 1987). En aquest context, totes les variables estructurals rellevants per la transferència d'oxigen des de l'aire fins a les mitocòndries dels músculs esquelètics van ser examinades quantitativament utilitzant tècniques estereològiques adequades per als pulmons, el cor i el teixit muscular esquelètic. El principi bàsic de l'estudi era que els animals construïen i mantindrien suficients (però no més) estructures en cada fase de la cascada respiratòria per tal de suportar el màxim flux d'oxigen a través de tots els compartiments (simorfosi). Vam fer una estimació, per tant, del  $\text{VO}_2\text{max}$  d'un gran nombre d'espècies mamíferes en les quals el  $\text{VO}_2\text{max}$  era definit com el límit màxim de consum d'oxigen reproducible individualment més enllà del qual se subministrava anaeròbiamment energia addicional per a la locomoció, tal com evidencia l'acumulació de lactat en la circulació. La nostra anàlisi va treure profit del fet que generalment s'accepta que en situacions de  $\text{VO}_2\text{max}$ , més del 95% de l'oxigen circulant pel sistema respiratori seria consumit per les mitocòndries en músculs esquelètics actius i que, per tant, el flux d'oxigen a través de tots els compartiments del sistema respiratori, des dels pulmons fins a les mitocòndries dels músculs esquelètics, seria el mateix. Això ens va facilitar un model fisiològic quantitatiu tractable del sistema respiratori dels mamífers.

A la part experimental de l'estudi vam estimar el  $\text{VO}_2\text{max}$  d'espècies tan petites com el ratolí de camp europeu (de massa corporal 16 g) i tan grans com els cavalls i els bous (de massa corporal 500 kg). Com que el  $\text{VO}_2\text{max}$  augmenta amb la potència 0,8 de massa corporal (massa corporal dependent o variació al·lomètrica del  $\text{VO}_2\text{max}$ ), això ens va proporcionar una diferència de pes específica del  $\text{VO}_2\text{max}$

of approximately 6-fold between the smallest and the largest species. We further explored adaptive variation of  $\text{VO}_2\text{max}$ . This is the difference in  $\text{VO}_2\text{max}$  of two species of similar body mass that exploit different lifestyles, i.e. sedentary vs. active. Adaptive variation of  $\text{VO}_2\text{max}$  can be observed between horses and cattle or between dogs and goats and can amount to 2-3 fold differences in weight specific  $\text{VO}_2\text{max}$ . Thirdly, induced variation of  $\text{VO}_2\text{max}$  is the difference in  $\text{VO}_2\text{max}$  that can be induced by exercise training in an individual of one species. This difference is comparatively small, it is generally found that individual malleability of  $\text{VO}_2\text{max}$  amounts to some 30% in a previously untrained individual.

Allometric and adaptive variation afforded us with sizeable differences in  $\text{VO}_2\text{max}$  to which we could match differences of structural variables on each level of the respiratory cascade (Weibel, Taylor, & Hoppeler, 1991). On the level of the skeletal muscle tissue we were particularly interested in mitochondria, the organelles responsible for oxygen demand, and capillaries the organelles responsible for oxygen supply. Extensive and detailed morphometric studies indicated that, as previously found in trained and untrained humans, there were no structural differences in mammalian muscle mitochondria between active and inactive nor between the largest and the smallest species. Likewise, capillaries measured the same in all species analyzed. With regard to mitochondria, this indicated that mitochondrial volume was an adequate structural descriptor of muscle tissue oxidative capacity. In order to relate whole body  $\text{VO}_2\text{max}$  to muscle mitochondrial volume, the total volume of mitochondria in the entire skeletal musculature had to be quantified. This was done by developing an adequate statistical sampling technique (Hoppeler, Lindstedt et al., 1984). The analysis of our data presented us with an unambiguous result. We found a direct proportionality of mitochondrial volume to  $\text{VO}_2\text{max}$  over more than five orders of magnitude, with a slope of 1.01 and an  $r^2$  of 0.994 (Hoppeler, 1990). This meant that not only mitochondrial structure – but also mitochondrial function at  $\text{VO}_2\text{max}$  was invariant for all mammalian species with an oxygen consumption of some  $5\text{mlO}_2/\text{ml}$  of mitochondria and minute (Hoppeler & Lindstedt, 1985). Athletic animals were found to reach their higher  $\text{VO}_2\text{max}$  by two mechanisms. In athletic animals, skeletal muscle tissue is a larger fraction of body mass.

d'aproximadament 6 unitats entre l'espècie més petita i la més gran. Vam explorar amb més profunditat la variació adaptable del  $\text{VO}_2\text{max}$ . Aquesta és la diferència entre el  $\text{VO}_2\text{max}$  de dues espècies de massa corporal similar amb diferents estils de vida, per exemple, sedentària *versus* activa. La variació adaptable del  $\text{VO}_2\text{max}$  es pot observar entre cavalls i vaques o entre gossos i cabres, i pot arribar a diferències de 2-3 unitats en el  $\text{VO}_2\text{max}$  específic del pes. En tercer lloc, la variació induïda del  $\text{VO}_2\text{max}$  és la diferència en el  $\text{VO}_2\text{max}$  que pot ser provocada per l'entrenament físic en un individu d'una espècie. Aquesta diferència és comparativament petita, i normalment es constata que la modificació individual del  $\text{VO}_2\text{max}$  és de més del 30% en un individu prèviament no entrenat.

La variació al·lomètrica i adaptativa ens va proporcionar les considerables diferències en el  $\text{VO}_2\text{max}$  a les quals vam poder igualar les diferències de les variables estructurals en cada nivell de la cascada del sistema respiratori (Weibel, Taylor, & Hoppeler, 1991). Pel que fa al teixit muscular esquelètic, estàvem particularment interessats en les mitocondries, orgànuls responsables de la demanda d'oxigen, i en els capil·lars, orgànuls responsables del subministrament d'oxigen. Extensos i detallats estudis morfològics van indicar, com s'havia comprovat prèviament, que en humans entrenats o no entrenats no va haver-hi diferències estructurals en les mitocondries dels músculs mamífers dels subjectes actius i inactius, ni entre les espècies d'animals de més o menys grandària. De la mateixa manera, els capil·lars tenien la mateixa grandària en totes les espècies analitzades. Respecte a les mitocondries, aquests resultats indicaven que el volum mitocondrial era un descriptor estructural adequat de la capacitat oxidativa del teixit muscular. A fi d'establir una relació entre el  $\text{VO}_2\text{max}$  corporal i el volum mitocondrial muscular, es va haver de quantificar el volum total de les mitocondries en tota la musculatura. Això es va fer desenvolupant tècniques de proves estadístiques adequades (Hoppeler, Lindstedt et al., 1984). L'anàlisi de les nostres dades ens va donar un resultat inequívoc. Trobarem una proporcionalitat directa entre el volum mitocondrial y el  $\text{VO}_2\text{max}$  amb una magnitud més de cinc vegades superior, amb un pendent d'1,01 i un  $R^2$  de 0,994 (Hoppeler, 1990). Això significava que no només l'estructura mitocondrial, sinó també la funció mitocondrial en el  $\text{VO}_2\text{max}$ , era invariant per a totes les espècies de mamífers, amb un consum d'oxigen de  $5\text{mlO}_2/\text{ml}$  per mitocondria i per minut (Hoppeler & Lindstedt, 1985). Els animals atlètics arribaven al seu màxim  $\text{VO}_2\text{max}$  per dos mecanismes. El teixit muscular esquelètic en els animals atlètics representa una fracció major de la massa corporal. En els animals sedentaris, el teixit muscular esquelètic sol





**Figure 4.**  
Measuring  $\text{VO}_2\text{max}$  in a  
professional cyclist

**Figura 4.**  
Mesurament del  $\text{VO}_2\text{max}$  d'un  
ciclista professional

*In sedentary animals skeletal muscle tissue usually makes up less some 30% of body mass while in athletic animals it can be close to 50%. Additionally, the volume fraction of mitochondria per volume of muscle tissue is always larger in the athletic species.*

*What about humans? Judging by  $\text{VO}_2\text{max}/\text{body mass}$ , humans must be considered to belong to the group of sedentary species. With  $40\text{-}50\text{mlO}_2/\text{min} \times \text{kg}$  they group with sedentary goats and cattle and not with athletic dogs and horses ( $>130\text{mlO}_2/\text{min} \times \text{kg}$ ). Plotting mitochondrial volume to  $\text{VO}_2\text{max}$  indicates a 2-fold over-abundance of mitochondria in humans (Hoppeler, 1990). On the reasonable assumption that mitochondrial oxygen consumption is similar in humans as in all other mammalian species this apparent mismatch can be explained by the fact that (bipedal) humans can reach  $\text{VO}_2\text{max}$  with a subset of their muscles (i.e. leg muscles), a feat not possible for quadrupedal animals.*

ser menys d'un 30% de la massa corporal, mentre que en els animals atlètics pot arribar fins a 50%. A més a més, la fracció del volum de les mitocondries per volum de teixit muscular és sempre major en les espècies atlètiques.

I com funciona en els humans? Si es jutja per la proporció de  $\text{VO}_2\text{max}$  en la massa corporal, els humans haurien de pertànyer al grup de les espècies sedentàries. Amb  $40\text{-}50\text{mlO}_2/\text{min} \times \text{kg}$ , havien d'estar en el grup d'animals sedentaris com les cabres i les vaques i no amb els gossos i els cavalls atlètics ( $>130\text{mlO}_2/\text{min} \times \text{kg}$ ). La representació gràfica de les dades del volum mitocondrial amb el  $\text{VO}_2\text{max}$  va mostrar que en els humans hi havia una sobreabundància de mitocondries, més de 2 vegades (Hoppeler, 1990). Suposant lògicament que el consum d'oxigen mitocondrial dels humans és similar a totes les altres espècies de mamífers, aquesta aparent discrepància es pot explicar pel fet que els humans (que són bípedes) poden arribar al seu  $\text{VO}_2\text{max}$  amb un subconjunt dels seus músculs (és a dir, músculs de les cames), que pels animals quadrúpedes és impossible d'aconseguir.

## Limitations to $\text{VO}_2\text{max}$

*Limitation to  $\text{VO}_2\text{max}$  has been a hotly debated issue in exercise physiology for the last 50 years. The*

## Límits del $\text{VO}_2\text{max}$

En la fisiologia de l'exercici, saber quin és el límit del  $\text{VO}_2\text{max}$  ha estat un tema molt debatut en els últims cinquanta

dominant opinion was oxygen delivery to the periphery by the heart was to be the only or at least the main bottleneck setting  $\text{VO}_2\text{max}$  in an individual. There were a several lines of evidence supporting a central limitation to  $\text{VO}_2\text{max}$ . In a hypothesis paper Gollnick and Saltin (1982) noted that "...the relative changes of (oxidative) enzymes in the skeletal muscle of man following endurance training greatly exceeds the elevation of  $\text{VO}_2\text{max}$  suggests that a direct cause and effect relationship does not exist between these variables." The notion that peripheral (mitochondrial) adaptations should match central (cardiac) adaptation was refuted in the training study published 1985 (Hoppeler, Howald et al., 1985). In this study we indeed found the change in mitochondrial volume density (+40%) much larger than the increase in  $\text{VO}_2\text{max}$  (+14%) but similar to the increase in power that the subjects could maintain maximally over a duration of 30min (+33%). We could thus calculate the amount of oxygen necessary to produce the extra power available to our subjects after exercise training ( $1\text{W} = 2.99\text{mlO}_2/\text{min}$ ) and taking the efficiency of bicycling into account (0.21). It was found that the absolute change in  $\text{VO}_2\text{max}$  observed in the performance test accounted for the absolute change in maintained power. This indicated that a relatively small muscle mass produces the extra power output observed and hence shows a relatively large change in oxidative capacity compared to the small relative central adaptation.

An important clue for a central limitation of  $\text{VO}_2\text{max}$  is the possibility to manipulate  $\text{VO}_2\text{max}$  by manipulating the arterial oxygen content by withdrawal or by addition of red blood cells. In fact, and not surprisingly, in anemia,  $\text{VO}_2\text{max}$  declines in direct proportion to oxygen delivery (Lindstedt, Wells, Jones, Hoppeler, & Thronson, 1988). By contrast, increasing hematocrit above normal values, also increases  $\text{VO}_2\text{max}$ , a practice cherished by professional cyclists. That increasing oxygen delivery increases  $\text{VO}_2\text{max}$  is a strong argument in favor of a central limitation. However, looking more closely, Spriet, Gledhill, Froese and Wilkes (1986) found that blood transfusion of up to 3 units of blood in highly trained runners increased  $\text{O}_2$  delivery by 30% but increased  $\text{VO}_2\text{max}$  by only 7% with oxygen extraction in the periphery falling from 90 to 75% (see Lindstedt & Conley 2001). Similar results were obtained by Turner et al. (1993) who also used re-transfusion of autologous blood in trained subjects

anys. L'opinió dominant era que l'alliberament d'oxigen del cor a la perifèria havia de ser l'únic marc o almenys el marc principal del  $\text{VO}_2\text{max}$  en un individu. Hi havia moltes evidències que demostraven una limitació central del  $\text{VO}_2\text{max}$ . En un assaig, Gollnick i Saltin (1982) van assenyalar que "... els canvis relatiu dels enzims (oxidatius) en el múscul esquelètic de l'home després d'un entrenament de resistència són molt superiors a la pujada del  $\text{VO}_2\text{max}$ , que suggereix que no hi ha una relació de causa directa a efecte entre aquestes variables." El concepte que les adaptacions perifèriques (mitocondrials) havien de coincidir amb l'adaptació central (cardíaca) va ser refutat en l'estudi de l'entrenament publicat el 1985 (Hoppeler, Howald et al., 1985). De fet, en aquest estudi descobríem un canvi de la densitat del volum mitocondrial (+40%), que era molt major que l'augment del  $\text{VO}_2\text{max}$  (+14%), però similar a l'augment de la potència màxima que els subjectes van poder mantenir durant més de 30 minuts (+33%). D'aquesta manera, vam poder calcular la quantitat d'oxigen necessària per produir la potència addicional que els subjectes tenien després d'haver entrenat ( $1\text{W} = 2,99\text{ mlO}_2/\text{min}$ ), tenint en compte l'eficiència del ciclisme (0,21). Es va descobrir que el canvi absolut en el  $\text{VO}_2\text{max}$  observat en la prova del rendiment era el responsable del canvi absolut en la potència mantinguda. Això va indicar que una massa muscular relativament petita produeix la sortida de la potència addicional observada i per tant mostra un canvi relativament gran en la capacitat oxidativa en comparació amb l'adaptació central relativament petita.

Una pista important per a una limitació central del  $\text{VO}_2\text{max}$  és la possibilitat de manipular el  $\text{VO}_2\text{max}$  mitjançant la manipulació del contingut d'oxigen arterial a través de l'augment o la disminució de les cèl·lules vermelles. De fet, i com és lògic, en els casos d'anèmia, la disminució de  $\text{VO}_2\text{max}$  és en proporció directa a l'entrega d'oxigen (Lindstedt, Wells, Jones, Hoppeler, & Thronson, 1988). Al contrari, l'augment d'hematòcrits per sobre dels valors normals també augmenta el  $\text{VO}_2\text{max}$ , que és una pràctica valorada pels ciclistes professionals. El fet que augmentar l'entrega d'oxigen augmenti el  $\text{VO}_2\text{max}$  és un argument evident a favor d'una limitació central. No obstant això, mirant més de prop, Spriet, Gledhill, Froese i Wilkes (1986) van trobar que la transfusió de fins a 3 unitats de sang en corredors altament entrenats augmentava l'alleberament de  $\text{O}_2$  en un 30%, però el  $\text{VO}_2\text{max}$  va augmentar només en un 7% i l'extracció d'oxigen a la perifèria amb va disminuir un 90-75% (Lindstedt & Conley, 2001). Turner et al. (1993) van obtenir resultats similars utilitzant també retransfusions de sang autòloga en subjectes entrenats van trobar que la

and found the relationship between oxygen delivery and  $\text{VO}_2\text{max}$  to have a slope of significantly less than unity. The results of both studies indicate that at least in exercise with a large muscle mass, oxygen delivery can exceed the oxidative capacity of mitochondria.

The situation is reported to be different when only a small muscle mass is utilized such as in the human knee extensor model proposed by Andersen and Saltin (1985). When the entire cardiac output is available for the quadriceps muscle (2-3kg), blood flow may be as high as 2.5 l/min x kg. Under condition of regular cycling (15 kg of muscle active) blood flow is estimated at only 1 l/min x kg. Likewise peak  $\text{O}_2$  is found to be some 350 ml $\text{O}_2$ /min x kg for the small muscle mass and 160 ml $\text{O}_2$ /min x kg for regular cycling (Richardson & Saltin 1998). Interestingly, these authors report that  $\text{pO}_2$  in the femoral vein increases from less than 10mmHg with the low muscle mass to over 20 mmHg with the large muscle mass, indicating again inability of the periphery to make complete use of the oxygen delivery.

Overall, the available evidence suggests that each and every step in the oxygen transfer cascade can alter  $\text{VO}_2\text{max}$  individually under certain circumstances. However, overall and looking at mammals at large, a pattern of balance emerges such that structures for supply of oxygen are closely matched to oxygen demand ultimately driven by the energetic costs of locomotion. Additionally we find that some structures can vary in proportion to oxygen demand, mitochondria, capillaries, hemoglobin concentration, and cardiac size (i.e. stroke volume) within an animal's lifetime. Other structures apparently lack structural plasticity (lungs and the trachea) and must be built with sufficient capacity to accommodate use-induced increase in oxygen demand (Lindstedt & Conley, 2001).

## Capillaries and mitochondria

Mitochondria and capillaries belong to the highly malleable structures of skeletal muscle tissue. It was Andersen (1975) who was the first to show in a longitudinal study that both capillary density as well as capillary to fiber ratio increased as an adaptation to exercise training and as a consequence of covering the increased oxygen demand. Spurred by this work we re-analyzed the biopsy material that we had col-

relació entre el subministrament d'oxigen i el  $\text{VO}_2\text{max}$  tenia una pujada significativament menor a la unitat. Els resultats d'ambdós estudis indiquen que almenys en exercicis en els quals intervé una gran massa muscular, el subministrament d'oxigen pot superar la capacitat oxidativa de la mitocòndria.

La situació és diferent quan el volum de massa muscular és petit, com és el cas de l'extensor del genoll, model proposat per Andersen i Saltin (1985). Quan tota la despesa cardíaca està disponible per al múscul del quàdriceps (2-3 kg), el flux de sang pot arribar a ser tan alt com 2,5 l/min x kg. Sota les condicions d'un pedaleig normal (15 kg múscul actiu el flux de sang s'estima en només 1 l/min x kg. De la mateixa manera, el pic de  $\text{O}_2$  és de 350 ml $\text{O}_2$ /min x kg per a una petita massa muscular i de 160 ml $\text{O}_2$ /min x kg en un pedaleig normal (Richardson & Saltin, 1995). Curiosament, aquests autors assenyalen que amb poca massa muscular el  $\text{pO}_2$  menor 10 mmHg augmenta a més de 20 mmHg amb una gran massa muscular a la vena femoral la qual cosa indica una vegada més la incapacitat de la perifèria d'utilitzar l'oxigen alliberat.

En general, els resultats disponibles apunten que en determinades circumstàncies cada etapa de la cascada del transfer de l'oxigen pot canviar el  $\text{VO}_2\text{max}$  individual. No obstant això, en termes generals, i mirant els mamífers en general, apareix un model d'equilibri de tal manera que les estructures per al subministrament d'oxigen estan molt adaptades a la demanda d'oxigen i són determinants del cost energètic de la locomoció. A més a més, trobem que algunes estructures poden variar en proporció a la demanda d'oxigen, les mitocòndries, els capil·lars, la concentració d'hemoglobina i la grandària cardíaca (és a dir, el volum sistòlic) durant el cicle de vida d'un animal. Altres estructures aparentment no tenen plasticitat estructural (els pulmons i la tràquea) i han de construir-se amb suficient capacitat per acomodar l'augment de la demanda d'oxigen provocat per l'ús. (Lindstedt & Conley, 2001).

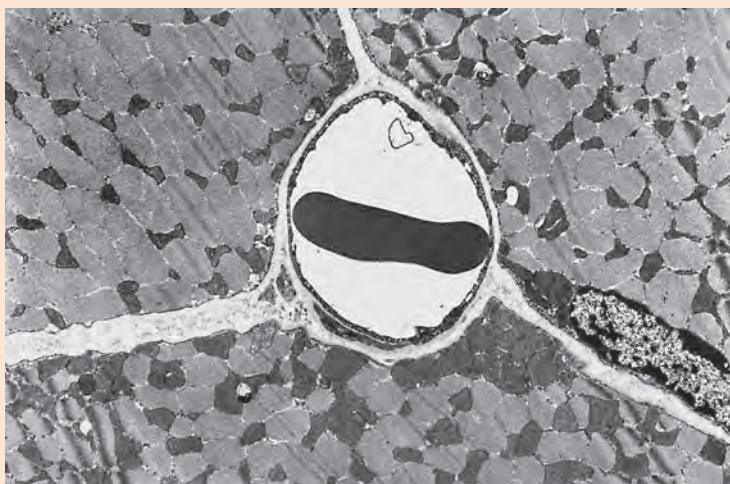
## Capil·lars i mitocòndries

Les mitocòndries i els capil·lars pertanyen a les estructures més modificables de teixit muscular esquelètic. En un estudi longitudinal, Andersen (1975) va ser el primer a demostrar que tant la densitat capil·lar com la ràtio de fibres capil·lars augmenten com una adaptació a l'entrenament físic i com a conseqüència de cobrir l'augment de la demanda d'oxigen. Estimulats per aquest estudi, decidírem analitzar novament les biòpsies que havíem recollit per a l'estudi



lected for the 1973 cross-sectional study on orienteers (Hoppeler, Lüthi et al., 1973) and did a stereological analysis of the capillary supply (Zumstein, Mathieu, Howald, & Hoppeler, 1983). Surprisingly we did not find the capillary density (number of capillaries / fiber cross-sectional area) in orienteers to be higher than in untrained men or women. However, we found a significant relationship between  $\text{VO}_2\text{max}$  and the CF ratio (number of capillaries / number of fibers). This ambiguous finding led us to an analysis of the stereological problems associated with estimating capillarity in muscle tissue (Mathieu, Cruz-Orive, Hoppeler, & Weibel, 1983). Stereology is a set of mathematical tools that allow for calculating structural parameters in 3 dimensions such as volumes, surfaces and lengths from their 2 dimensional representations on tissue sections. Stereological parameters have the beauty that they can be derived from first principles, something pretty unique in the biological sciences. The drawback of obtaining stereological (or morphometric) estimates in skeletal muscle tissue is related to the highly anisotropic nature of muscle. In muscle tissue *in vivo*, skeletal muscle fibers can be viewed as (infinitely) long, straight and parallel tubes with the capillaries wiggling along in the space between these tubes. However, this situation gets messy when muscle biopsies are analyzed: muscle fibers contract due to the release of calcium from the sarcoplasmic reticulum; muscle fiber orientation is (partially) lost in the process of biopsy; and tissue shrinkage occurs through tissue fixation. This means that a number of desired parameters cannot be assessed accurately (i.e. in an unbiased fashion) in biopsies of human muscle tissue.

transversal dels esportistes de l'equip suís d'orientació (Hoppeler, Lüthi et al., 1973), i vam fer una anàlisi estereològica del subministrament capil·lar (Zumstein, Mathieu, Howald, & Hoppeler, 1983). Sorprenentment, la densitat capil·lar (nombre de capil·lars / secció transversal de fibres) en els esportistes de l'equip d'orientació no era major que la densitat en homes o dones no entrenats. No obstant això, trobàrem una relació significativa entre el  $\text{VO}_2\text{max}$  i la relació CF (quantitat de capil·lars / quantitat de fibres). Aquest descobriment ambigu ens va portar a una anàlisi dels problemes estereològics associats en l'avaluació de la capillaritat en el teixit muscular (Mathieu, Cruz-Orive, Hoppeler, & Weibel, 1983). L'estereologia és un conjunt d'eines matemàtiques que permeten calcular els paràmetres estructurals en 3 dimensions, tals com volums, superfícies i longituds des de les seves representacions en 2 dimensions en seccions del teixit. El que tenen de millor els paràmetres estereològics és que es poden derivar dels principis bàsics, quelcom bastant únic en les ciències biològiques. L'inconvenient d'obtenir estimacions estereològiques (o morfomètriques) en el teixit muscular esquelètic té a veure amb la naturalesa altament anisòtropa del múscul. En el teixit muscular *in vivo*, les fibres musculars esquelètiques apareixen com a tubs (infinitament) llargs, rectes i paral·lels, amb els capil·lars movent-se en l'espai entre aquests tubs. No obstant això, aquesta situació es complica quan s'analitzen biòpsies musculars: les fibres musculars es contreuen a causa de l'alliberament de calci des del reticle sarcoplàsmic; l'orientació de la fibra muscular es perd (parcialment) en el procés de la biòpsia i es produeix una contracció del teixit durant la fixació del teixit. Això significa que en les biòpsies del teixit muscular humà els paràmetres desitjats no es poden avaluar amb precisió (és a dir, d'una manera no esbiaixada).



**Figure 5**  
Micrograph of a muscle cross section including a capillary with an erythrocyte

**Figura 5**  
Micrografia d'una secció transversal del múscul, inclòs un capil·lar amb un eritròcit

*Arguably the most relevant parameter characterizing capillarity is capillary length. Given a relatively uniform capillary diameter, capillary length allows for calculation of capillary surface and capillary volume. With these variables some of the crucial boundary conditions for capillary exchange of oxygen and substrates can be calculated and implemented in physiological models. Capillary surface represents the available exchange interface between the capillary bed and the muscle fibers, while capillary volume with muscle blood flow determines the transit time available for capillary exchange under limiting conditions of  $\text{VO}_{2\text{max}}$  (Kayar et al., 1992).*

*Assuming capillaries to be straight and parallel to muscle fibers, capillary length could easily and efficiently be calculated from muscle cross-sections. The capillary length per unit volume of muscle tissue ( $J_v(c,f)$ ; units:  $\text{mm}/\text{mm}^3$ ) would then simply be equal to the capillary number per unit muscle cross-sectional area ( $N_A(c,f)$ ; units:  $\text{mm}^{-2}$  or  $\text{mm}/\text{mm}^3$ ). Calculating the total capillary length for an adult male human being with 30kg muscle mass we obtain the amazing value of some 15'000 km. However, as muscle capillaries are not straight tubes, but wiggling and interconnecting to some degree, this number has to be multiplied by a dimensionless factor of approx. 1.3 for human muscle biopsies. It is possible to obtain stereologically valid estimates of capillary length even in a partially anisotropic material as obtained when sampling muscle tissue with a biopsy needle. For this purpose one would need to take so-called IUR (independent uniform random) sections from muscle tissue blocks and use the basic stereological formula for estimating the length density of isotropic (un-oriented) structures. We have done this in a study aiming at estimating substrate fluxes in athletic and nonathletic species (Vock, Weibel et al., 1996). However, the IUR method is laborious and technically challenging and thus rarely used. It may also be noted in this context, that all classical estimates of muscle fiber cross-sectional area as reported in virtually all papers are biased towards too large cross-sectional areas. This because any section taken not perfectly perpendicular to the muscle fiber axis, will overestimate the fiber cross-sectional area.*

*Even using less than perfect stereological tools it is beyond doubt that endurance exercise training increases capillarity. However, the general consensus is*

*Es podria dir que el paràmetre més rellevant que caracteritza la capil·laritat és la longitud capil·lar. Com que el diàmetre capil·lar és relativament uniforme, la longitud capil·lar permet el càlcul de la superfície capil·lar i del seu volum. Amb l'ús d'aquestes variables, es poden calcular i aplicar en models fisiològics algunes de les condicions crucials establertes per a l'intercanvi capil·lar de l'oxigen i dels substrats. La superfície capil·lar representa la interfície d'intercanvi disponible entre les fibres musculars i el llit capil·lar, mentre que el volum capil·lar amb el flux sanguini muscular determina el temps de trànsit disponible per a l'intercanvi capil·lar sota les condicions límit del  $\text{VO}_{2\text{max}}$  (Kayar et al., 1992).*

*Suposant que els capil·lars són rectes i paral·lels a les fibres musculars, la longitud capil·lar es pot calcular fàcilment i de manera eficient a partir d'unes seccions transversals del múscul. La longitud capil·lar per unitat de volum de teixit muscular ( $J_v(c,f)$ ; unitats:  $\text{mm}/\text{mm}^3$ ) seria llavors simplement igual al nombre de capil·lars per unitat d'àrea de la secció transversal del múscul ( $N_A(c,f)$ ; unitats:  $\text{mm}^{-2}$  o  $\text{mm}/\text{mm}^3$ ). Així, el càlcul total de la longitud dels capil·lars d'un home d'uns 30 quilos de massa muscular ens dóna un valor impressionant d'uns 15.000 km. No obstant això, com que els capil·lars musculars no són tubs rectes, sinó que es mouen i entrecomuniquen en un cert grau, aquest número ha de multiplicar-se per un factor adimensional d'aproximadament 1,3 per a les biòpsies musculars humanes. És possible obtenir estimacions estereològicament vàlides de la longitud capil·lar, fins i tot en un material parcialment anisotròpic, tal com es fa en la presa de mostres de teixit muscular amb una agulla de biòpsia. Per a això caldria prendre una mostra d'una secció IUR (independent, uniforme i a l'atzar) de blocs de teixit muscular i aplicar la fórmula estereològica bàsica per calcular la longitud de la densitat de les estructures isotròpiques (no orientades). Ho vam fer en un estudi amb l'objectiu d'estimar els fluxos de substrat en les espècies atlètiques i no atlètiques (Vock, Weibel et al., 1996). No obstant això, el mètode IUR és difícil laboriosament i tècnicament i per tant s'utilitza poc. En aquest context, es pot observar, també, que totes les estimacions clàssiques de la secció transversal de fibres musculars, descrites en pràcticament tots els estudis, estan esbiaixades cap a àrees de secció transversal massa grans. Això és degut a què, si una secció no és presa perfectament perpendicular a l'eix de la fibra muscular, els càlculs de la secció transversal de les fibres se sobrevaloraran.*

*Utilitzant eines estereològiques no tan perfectes, no queda cap dubte que l'entrenament de resistència augmenta la capil·laritat. No obstant això, tots estan d'acord que l'augment*

*that the increase in capillary density is smaller than the increase in mitochondrial volume (Saltin & Gollnick, 1983). In comparative studies the reason for the smaller increase in capillaries, (characterizing oxygen supply) as compared to mitochondria (characterizing oxygen demand) could well be established (Conley, Kayar, & Rosler, 1987). While on the level of mitochondria, oxygen demand can be characterized completely with the structural variable "mitochondrial volume" such is not the case for capillaries. We could show that in athletic and sedentary animals of the same body mass (such as horses vs. steers or dogs vs. goats) a 2.5-fold difference in oxygen demand of the athletic species was met equally by a larger capillary supply and a larger hematocrit. It is not established completely which factors contribute in humans to match oxygen supply to oxygen demand with endurance training.*

### **Substrate supply und oxygen flux**

*It is a well-established that human endurance exercise training not only increases  $\text{VO}_2\text{max}$  but also increases the relative and the absolute amount of lipids oxidized during exercise. On the structural level this is reflected by the larger volume of intracellular lipids in trained endurance athletes (Hoppeler, Lüthi et al., 1973) and their increase with endurance training in interventional studies (Hoppeler, Howald et al., 1985). Intracellular lipids always occur as lipid droplets in contact with mitochondria (Vock, Hoppeler et al., 1996), it could thus be argued that the contact area between the lipid droplet and the mitochondrion could be one of the relevant parameter responsible for substrate selection in exercising muscle.*

*As discussed in some detail above, it is generally accepted that it is ultimately oxygen flux through the respiratory system and oxygen metabolism on the level of the mitochondria that determine  $\text{VO}_2\text{max}$  of an individual. However, this is not an immediately obvious fact, as limitation could in principle just as well result from substrate limitation instead of oxygen limitation. We have carefully explored the possibility of substrate limitation in aerobic work using a comparative setting and comparing athletic dogs to sedentary goats (Taylor, Weibel et al., 1996). The species we analyzed differed by more than 2-fold in  $\text{VO}_2\text{max}$ . Maximum fat*

de la densitat capil·lar és menor que l'augment del volum mitocondrial (Saltin & Gollnick, 1983). L'augment menor de capil·lars (que caracteritzen el subministrament de l'oxigen) en comparació amb les mitocondries (que caracteritzen la demanda d'oxigen) ha estat ben establert en estudis comparatius (Conley, Kayar, & Rosler, 1987). Mentre que en les mitocondries la demanda d'oxigen es pot caracteritzar completament amb la variable estructural "volum mitocondrial", aquest no és el cas dels capil·lars. Hem pogut demostrar que en els animals atlètics i sedentaris d'igual massa corporal (com els cavalls vs jònecs, o gossos vs cabres) una diferència de 2,5 vegades en la demanda d'oxigen de les espècies atlètiques es manifestava amb més capil·lars i hematòcrits més elevats. En el cas dels humans, no s'han establert totalment quins són els factors que contribueixen perquè coincideixi el subministrament d'oxigen a la demanda d'oxigen amb l'entrenament de resistència.

### **Subministrament de substrat i flux d'oxigen**

Sabem que l'entrenament de resistència humana no sols augmenta el  $\text{VO}_2\text{max}$ , sinó que també augmenta la quantitat relativa i absoluta dels lípids oxidats durant l'exercici. En el pla estructural, això es manifesta amb un volum més gran dels lípids intracel·lulars presents en els atletes de resistència entrenats (Hoppeler, Lüthi et al., 1973) i un increment en l'entrenament de resistència (estudis d'intervenció de Hoppeler, Howald et al., 1985). Els lípids intracel·lulars sempre s'observen en forma de gotetes de lípids en contacte amb les mitocondries (Vock, Hoppeler et al., 1996). Per tant, es podria concloure que l'àrea de contacte entre les gotes de lípids i la mitocondria podria ser un dels paràmetres rellevants en la selecció dels substrats en un múscul en exercici.

Com s'ha comentat anteriorment fil per randa, en general es considera que en última instància el flux de l'oxigen a través del sistema respiratori i el metabolisme de l'oxigen a nivell de les mitocondries són els que determina el  $\text{VO}_2\text{max}$  d'una persona. No obstant això, aquest no és un fet evident immediatament perquè la limitació en principi podria ser el resultat de la limitació del substrat en comptes de la limitació de l'oxigen. Hem estudiat amb atenció la possibilitat de limitació dels substrats en el treball aeròbic utilitzant la comparació dels gossos atlètics amb les cabres sedentàries (Taylor, Weibel et al., 1996). Es va trobar una diferència superior a dues vegades en el  $\text{VO}_2\text{max}$  en les espècies analitzades. La màxima oxidació de greix es va produir en ambdues espècies a un 40 %



oxidation occurred in both species at 40% of  $\text{VO}_2\text{max}$  with most of the energy supplied by fat oxidation at low intensities. With exercise intensity increasing above 40%, carbohydrate oxidation supplied the additional energy, reaching maximal oxidation rates when the aerobic capacity was reached (Roberts, Weber, Hoppeler, Weibel, & Taylor, 1996). This fuel recruitment pattern seems to be general in mammals and applies to humans as well; Brooks and Mercier (1994) have used the term "crossover" concept to describe this concept of substrate utilization with increasing exercise intensity.

In a more detailed analysis and using adequate tracer techniques, we could establish that carbohydrate and lipid utilization from vascular sources is limited and reached at low exercise intensities (<40% of  $\text{VO}_2\text{max}$ ; Weber, Roberts, Vock, Weibel, & Taylor, 1996; Weber, Brichon et al., 1996). This shortfall of fuel supply at higher exercise intensities is compensated for by an increased use of both intracellularly stored carbohydrates (glycogen) and lipids. These results are in good agreement with data on humans obtained using stable isotope techniques (Romijn et al., 1993). Together these data indicate that indeed transport and utilization of oxygen is the critical part in setting  $\text{VO}_2\text{max}$  as the substrates, carbohydrates and lipids, are already in the muscle cell in immediate vicinity of the mitochondria. Vascular supply of substrates is not possible at any but the lowest exercise intensities. This also means that medium to high intensity exercise always exhausts intracellular substrate stores that then need replenishing during hours of rest.

Triggered by our comparative studies on the conditions for substrate utilization in athletic and sedentary species we got interested in the malleability of substrate utilization in human athletes (Vogt et al., 2003). We studied 11 duathletes that we subjected in a prospective random crossover design to 4 weeks of a high fat diet (53% of calories from fat) and 4 weeks of a low fat diet (<20% of calories from fat) separated by a washout period of 2 weeks.  $\text{VO}_2\text{max}$  in an incremental exercise test and the half-marathon running time remained unchanged with both dietary periods. Likewise, mitochondrial and glycogen content of vastus lateralis remained unchanged. By contrast, the intramyocellular lipid content more than doubled and the respiratory exchange ratio dropped significantly

del  $\text{VO}_2\text{max}$  amb la màxima part de l'energia subministrada per l'oxidació de greix en un entrenament a baixes intensitats. Amb l'augment de la intensitat de l'entrenament per sobre del 40%, l'energia addicional provenia de l'oxidació dels carbohidrats, i s'aconseguien nivells d'oxidació màxims quan s'aconseguia la capacitat aeròbica (Roberts, Weber, Hoppeler, Weibel, & Taylor, 1996). Aquest patró d'aprovisionament de combustible sembla general en els mamífers i s'aplica de la mateixa manera als humans; Brooks i Mercier (1994) han utilitzat el terme *intercanvi* per descriure aquest concepte de la utilització de substrats amb l'augment de la intensitat de l'exercici.

En una anàlisi més detallada utilitzant tècniques adequades amb indicis de localització, vam poder establir que la utilització d'hidrats de carboni i lípids que prové de fonts vasculars és limitada i aconsegueix el seu màxim amb un exercici a baixa intensitat (< 40 % del  $\text{VO}_2\text{max}$ ; Weber, Brichon et al., 1996; Weber, Roberts, Vock, Weibel, & Taylor, 1996). Aquest dèficit de reserves de combustible durant un entrenament d'alta intensitat es compensa per un augment en l'ús d'hidrats de carboni (glucogen) i lípids, emmagatzemats intracel·lularment. Aquests resultats corresponen a les dades obtingudes en humans utilitzant tècniques d'isòtops estables (Romijn et al., 1993). Totes aquestes dades indiquen que, efectivament, el transport i la utilització de l'oxigen és la part la determinació del  $\text{VO}_2\text{max}$  i els substrats, ja que els hidrats de carboni i lípids estan en les cèl·lules musculars, al voltant de les mitocòndries. El subministrament vascular de substrats és possible només durant l'entrenament a intensitats baixes. Això també significa que l'entrenament de mitja o d'alta intensitat sempre exhaustiria les reserves intracel·lulars de substrats, que a continuació necessitarien recarregar-se durant les hores de descans.

Els nostres estudis comparatius sobre les condicions per a la utilització de substrats en les espècies atlètiques i sedentàries van promoure el nostre interès en la modificació de la utilització de substrats en atletes humans (Vogt et al., 2003). Es van estudiar 11 duatletes que van estar sotmesos durant 4 setmanes de manera aleatòria a una dieta alta en greixos (53 % de calories de greix) i 4 setmanes a una dieta baixa en greix (<20 % de calories de greix), separades per un període de 2 setmanes de neteja. El  $\text{VO}_2\text{max}$  en un exercici d'intensitat progressiva i el temps de cursa de mitja marató amb ambdós períodes dietètics es mantingueren invariables. De la mateixa manera, el contingut mitocondrial i el glucogen del múscul vast lateral es va mantenir sense canvis. Al contrari, el contingut de lípids intramiocel·lulars va augmentar més del doble i el quocient de l'intercanvi respiratori es va reduir de manera significativa la

indicating increased use of fat as substrates after the high-fat diet period. The increase in fat oxidation at rest was 35% while at 75% of  $\text{VO}_2\text{max}$  the increase of fat oxidation was still larger than 15%. This study showed that substrate selection of exercising muscle was also quite malleable and responded promptly to changes in dietary substrate composition.

## Myofibrils and strength

Repeated low-load / high-repetitive “endurance” exercise leads to an increase in  $\text{VO}_2\text{max}$ , central adaptations such as an increased cardiac stroke volume and in the periphery to more mitochondria and capillaries in trained muscles. By contrast, high-load / low repetitive “resistance” training leads to a gain in muscle strength and muscle mass, but induces only minimal changes to the central systems responsible for oxygen supply. In order to characterize the structural specificity of strength training we carried a 6 week exercise training study on previously untrained subjects, using a comprehensive whole body training program (Lüthi et al., 1986). Strength of the knee extensor muscles increased by some 17% mostly during the first 3 weeks of the training intervention when the gain in muscle cross-sectional area (estimated by computed tomography) was minimal presumably due to neuronal adaptations. We saw a significant gain of 9% of quadriceps cross-sectional area mainly in the second part of the training period. Muscle biopsies indicated a relative decrease of mitochondrial volume density with an unchanged volume density of myofibrils. Calculating absolute myofibrillar and mitochondrial volumes indicated that the absolute volume of mitochondria remained unchanged while the absolute volume of myofibrils increased, accounting quantitatively for the gain in muscle volume (Hoppeler, 1986). Our results are broadly compatible with similar studies looking at strength training induced changes in human skeletal muscle tissue (see Abernethy, Jürimäe, Logan, Taylor, & Thayer, 1994; Folland & Williams 2007).

## Mechanisms of muscle plasticity

The important aspect of all morphometric studies on muscle tissue adaptations with different training

qual cosa indicava un major ús del greix com a substrat després del període de la dieta alta en greixos. L'augment en l'oxidació de greixos en repòs va ser de 35%, mentre que el 75% del  $\text{VO}_2\text{max}$  l'augment de l'oxidació de greixos era encara major al 15%. Aquest estudi va mostrar que la selecció de substrats del múscul en exercici també era bastant modificable i responia ràpidament a canvis en la composició de substrats de la dieta.

## Les miofibril·les i la força

Un exercici d'*endurance* amb càrregues baixes / moltes repeticions condueix a un augment del  $\text{VO}_2\text{max}$ , a adaptacions centrals com un augment del volum sistòlic i, en la perifèria, a un augment de les mitocòndries i dels capil·lars en els músculs entrenats. Al contrari, un entrenament de “resistència” amb càrregues altes / poques repeticions condueix a un augment de la força muscular i de la massa muscular, però provoca canvis mínims en els sistemes centrals responsables del subministrament d'oxigen. Amb l'objectiu de descriure l'especificitat estructural de l'entrenament de força, es va portar a terme un estudi d'entrenament de 6 setmanes sotmetent persones prèviament no entrenades a un programa d'entrenament complet de tot el cos (Lüthi et al., 1986). La força dels músculs extensors del genoll va augmentar un 17 % sobretot durant les primeres 3 setmanes de l'entrenament, en quan l'augment de la secció transversal muscular (estimada per tomografia computeritzada) aquest va ser mínim, presumptament degut de les adaptacions neuronals. Vam observar un augment significatiu del 9 % en la secció transversal del múscul quadríceps sobretot en la segona part del període d'entrenament. Les biòpsies musculars van indicar una disminució relativa de la densitat del volum mitocondrial i sense canvis en la densitat del volum de les miofibril·les. El càlcul absolut dels volums miofibril·lars i mitocondrials va indicar que el volum absolut de les mitocòndries es va mantenir sense canvis, mentre que el volum absolut de les miofibril·les es va incrementar, la qual cosa representa quantitativament un augment del volum muscular (Hoppeler, 1986). Els nostres resultats són molt compatibles amb estudis similars, per la qual cosa l'entrenament de força provoca canvis en el teixit muscular esquelètic humà (Abernethy, Jürimäe, Logan, Taylor, & Thayer, 1994; Folland & Williams 2007).

## Els mecanismes de la plasticitat muscular

L'aspecte important de tots els estudis morfomètrics sobre les adaptacions del teixit muscular amb diferents

*protocols resides in the clear message that training interventions lead to highly specific changes in muscle tissue composition. Endurance exercise training leads to an increase in structures involved in oxygen supply (capillaries) and oxygen demand (mitochondria). Additionally we generally see at least a tendency for a shift towards the slower muscle fiber types increasing muscle economy (Fitts & Widrick, 1996). Endurance training has no major effect on muscle volume, however muscle tissue composition is changed qualitatively on a timescale of weeks. As reported above, a 40% gain in mitochondrial volume can be observed in untrained subjects that take up a strenuous training schedule for 6 weeks. A 40% increase in mitochondria represents a prodigious synthetic feat for muscle tissue. As mitochondria consist of over 1000 different proteins both coded in the nucleus and in the mitochondrial genome this requires a massive coordinated regulation of the machinery involved in muscle maintenance. Likewise, we can ask the question as to how 10% myofibrillar growth can happen in muscle fibers as a consequence of a strength training intervention again of only 6 weeks duration. However, it was firmly established that functional performance changes after training interventions were quantitatively related to structural changes of the muscle tissue. Up and until about 1990, exercise physiology used essentially descriptive methods to map training induced phenotypic plasticity of skeletal muscle tissue. There were no tools available which allowed for exploring the link between the functional variables of the training intervention (duration, frequency, intensity of exercise) and the structural modifications explaining the functional improvements observed.*

*Molecular biology eventually provided the intellectual framework as well as the techniques that allowed for mechanistic analyses of training interventions. A whole array of tools became available that could analyze the flow of information (in the form of RNA) from the genetic material (DNA) in the nucleus to the machinery that produced the relevant structural proteins for mitochondria or myofibrils in muscle cells. It became necessary for exercise physiologists at that time to team-up with molecular biologists and to seek the links between the repeated stress of exercise sessions and the performance and structure changes observed as a consequence of these. Embracing molecular*

*protocols d'entrenament rau en el missatge clar que les intervencions en l'entrenament condueixen a canvis molt específics en la composició del teixit muscular. L'entrenament de resistència condueix a un augment de les estructures implicades en el subministrament d'oxigen (els capil·lars) i a la demanda d'oxigen (les mitocondries). A més a més, s'observa almenys una tendència d'utilització de les fibres musculars lentes que augmenten l'economia de la despesa muscular (Fitts & Widrick, 1996). L'entrenament de resistència no té un efecte important sobre el volum muscular; no obstant això, la composició del teixit muscular canvia de manera qualitativa en només unes poques setmanes. Tal com s'ha explicat anteriorment, es pot observar un augment de 40% del volum mitocondrial en subjectes no entrenats sotmesos a un programa d'entrenament intensiu de 6 setmanes. Un augment de 40% de les mitocondries representa un fet excepcional de síntesi del teixit muscular. Com que les mitocondries contenen més de mil proteïnes diferents codificades tant en el nucli com en el genoma mitocondrial, això requereix una massiva regulació coordinada de la maquinària implicada en el manteniment del múscul. Així mateix, ens podem preguntar com un creixement miofibril·lar de 10% pot tenir lloc en les fibres musculars com a conseqüència d'un entrenament de força en només 6 setmanes de durada. No obstant això, s'ha establert fermament que els canvis de rendiment funcional després dels períodes d'entrenament van ser relacionats quantitativament amb els canvis estructurals del teixit muscular. Fins 1990 aproximadament, la fisiologia de l'exercici utilitzava mètodes essencialment descriptius per descriure que l'entrenament provocava la plasticitat fenotípica del teixit muscular. No hi havia eines disponibles per poder estudiar la relació entre les variables funcionals de l'entrenament (durada, freqüència, intensitat de l'exercici) i les modificacions estructurals per explicar les millores funcionals observades.*

*Amb el temps, la biologia molecular va proporcionar el marc intel·lectual i també les tècniques que van permetre les anàlisis mecanicistes de l'entrenament. Tota una gamma d'eines estava disponible per analitzar el flux d'informació (en forma d'ARN) a partir del material genètic (ADN) en el nucli de la maquinària que produeix les proteïnes estructurals rellevants per a les mitocondries o miofibrils en les cèl·lules musculars. En aquesta època els fisiòlegs de l'exercici havien d'unir-se i col·laborar amb els biòlegs moleculars i cercar les connexions entre l'estrès repetit de les sessions d'entrenament i el rendiment i els canvis estructurals observats. L'acceptació de la biologia molecular com a eina per comprendre la relació entre la pràctica de*

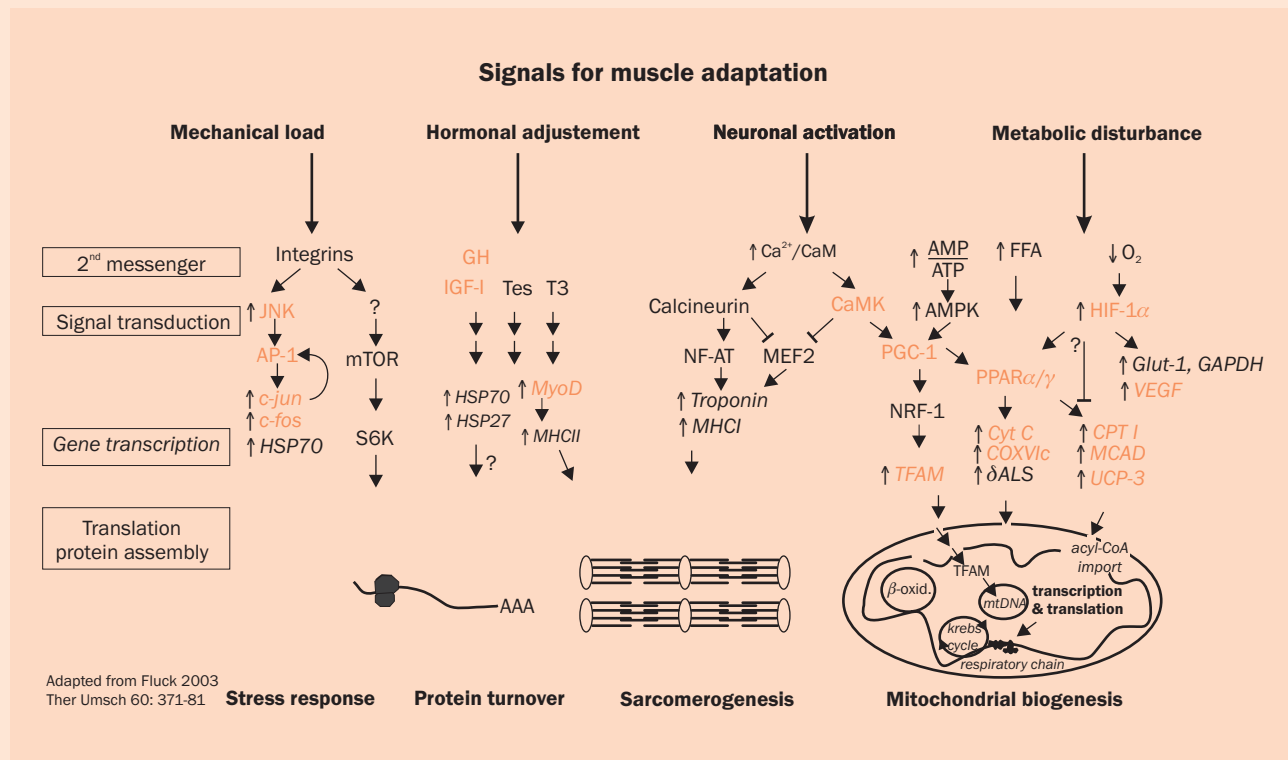


biology as the tool to understand the link between exercise training and phenotypic adaptation of muscle tissue led to an explosion of knowledge on the basic response mechanisms of a living system to external stress. The ready availability of muscle tissue through biopsy samples as well as its well defined malleability made skeletal muscle tissue an ideal model to study gene expression in humans under defined experimental conditions.

We have identified 4 major stressors that muscle is subjected to whenever we choose to train (Hoppeler & Fluck, 2003). These primary stressors are mechanical load, metabolic disturbance, hormonal adjustments and neuronal activation; the latter leading to  $\text{Ca}^{++}$  shifts in activated muscle fibers. For resistance exercise training, the stress is dominantly mechanical, with the metabolic disturbances being small and of short duration. Likewise the hormonal and neuronal response to resistance training is completely different from that to endurance training. Endurance training involves low but long-term repeated mechanical stress. The metabolic disturbance in term of high lactate levels, low muscle pH and a massive energetic imbalance (i.e. increased

l'exercici físic i l'adaptació fenotípica del teixit muscular va originar una explosió de coneixements sobre els mecanismes bàsics de resposta d'un sistema viu a l'estrès extern. La disponibilitat del teixit muscular a través de mostres de biòpsia, així com la seva adaptabilitat ben definida van fer del teixit muscular esquelètic un model ideal per estudiar l'expressió gènica humana en condicions experimentals definides.

Vam identificar quatre estímuls principals als quals el múscul està sotmès cada vegada que entrenem (Hoppeler & Fluck, 2003). Aquests estressors principals del múscul són la càrrega mecànica, l'alteració metabòlica, els ajustos hormonaals i l'activació neuronal; aquest últim provoca que el  $\text{Ca}^{++}$  canviï en les fibres musculars activades. En l'entrenament de resistència, l'estrès és predominantment mecànic, amb alteracions metabòliques petites i de curta durada. De la mateixa manera, la reacció hormonal i neuronal a l'entrenament de resistència és completament diferent de l'entrenament d'alta resistència. L'entrenament d'alta resistència consisteix en un repetit estrès mecànic de baixa càrrega però de llarga durada. L'alteració metabòlica en termes de nivells alts de lactat, pH baix del múscul i un desequilibri energètic massiu (és a dir, nivells d'AMP elevats) persisteix durant llargs períodes



**Figure 6.** Primary muscle stressors (from Flück 2003)

**Figura 6.** Estressors musculars primaris (de Flück 2003)

AMP levels) persist over long time periods. These different stress patterns can be detected by the muscle fibers and are the reason for the distinct phenotypic plasticity we have described for these training modalities (see Hoppeler, Baum, Lurman, & Mueller, 2011 for details).

*Endurance type exercise results in immediate and protracted signaling in skeletal muscles. Muscle fibers have a complex signaling network with multiple entry points. Signaling results essentially in a coordinated transcriptional up-regulation of a multitude of genes involved in the endurance response. This coordinated transcriptional up-regulation of structure genes leads to accretion of specific muscle proteins and enables muscle to perform better under endurance conditions. Exercise associated  $\text{Ca}^{2+}$  signaling as well as an altered skeletal muscle energy status, sensed by the AMPK (adenosine-5'-monophosphate-activated protein kinase) system seem to be the major input determinants for the signaling network. ROS/redox signaling as well as hypoxia sensing can modify and fine tune the muscle endurance response according to environmental cues and exercise intensities. The signaling process is further sensitive to substrate availability, whereby fatty acids use the PPAR system whereas muscle glycogen content can modulate AMPK signaling directly. Exercise related increases in circulating epinephrine levels seem to be important for the induction of angiogenesis. All regulatory pathways seem to converge on the transcriptional co-activator PGC-1 $\alpha$  which binds and activates multiple transcription factors and nuclear receptors. PGC-1 $\alpha$  helps chromatin remodeling thus facilitating transcription. PGC-1 $\alpha$  further interacts with the splicing machinery coordinating transcriptional as well as post-transcriptional processes. PGC-1 $\alpha$  can be seen as the major integrator of the transcriptional response of muscle tissue in response to endurance activity.*

*While phenotypic changes induced by endurance exercise training are mainly transcriptionally mediated, strength training mainly affects translation. The major integrator of multiple cascades used in strength training related signaling is mTOR (mammalian target of rapamycin). We can distinguish three major activators of mTOR. Growth factors such as insulin and growth hormone act through the IGF-R (insulin receptor) – Akt*

de temps. Aquests patrons d'estrès diferents poden ser detectats per les fibres musculars i són la raó de la plasticitat fenotípica distinta que hem descrit per a aquestes modalitats d'entrenament (vegeu Hoppeler, Baum, Lurman, & Mueller, 2011 per a més detalls).

L'entrenament d'alta resistència dóna com a resultat la senyalització immediata i prolongada en els músculs esquelètics. Les fibres musculars tenen una xarxa de senyalització complexa amb múltiples punts d'entrada. La senyalització dóna com a resultat principalment una suprarregulació transcripcional coordinada d'una multitud de gens implicats en la resposta a aquest tipus d'entrenament. Aquesta regulació coordinada transcripcional dels gens estructurals condueix a l'acumulació de proteïnes musculars específiques i permet un millor rendiment del múscul quan està sotmès a condicions d'alta resistència. La senyalització de  $\text{Ca}^{2+}$  associada a l'exercici, així com el canvi de l'estat d'energia del múscul, detectat pel sistema de l'AMPK (*adenosine-5' protein monophosphate-activated protein kinase*), semblen ser els principals determinants de la xarxa de senyalització. La senyalització ROS/redox i la detecció d'hipòxia poden modificar i ajustar la resposta del múscul a la resistència en funció dels senyals ambientals i la intensitat de l'exercici. El procés de senyalització és, a més a més, sensible a la disponibilitat del substrat, per mitjà del qual els àcids grassos utilitzen el sistema PPAR, mentre que el contingut de glucogen muscular pot modular la senyalització d'AMPK directament. L'augment dels nivells d'adrenalina circulant lacionats amb l'exercici semblen ser importants per a la inducció de l'angiogènesi. Totes les vies de regulació semblen convergir cap al coactivador transcripcional PGC-1 $\alpha$  que s'uneix i activa diversos factors de transcripció i receptors nuclears. El PGC-1 $\alpha$  ajuda a la remodelació de la cromatina facilitant d'aquesta manera la transcripció. El PGC-1 $\alpha$  interactua, a més a més, amb mecanismes d'*splicing* i coordinen els processos de transcripció així com els de posttranscripció. Podem considerar el PGC-1 $\alpha$  com el principal integrador de la reacció transcripcional del teixit muscular en resposta a una activitat de resistència.

Mentre que els canvis fenotípics provocats per l'entrenament de resistència són principalment intervinguts amb la transformació, l'entrenament de força afecta principalment la maquinària. El principal integrador de les múltiples cascades utilitzades en la senyalització de l'entrenament de força és mTOR (*mammalian target of rapamycin*). Podem distingir tres grans activadors de mTOR. Els factors de creixement com la insulina i l'hormona del creixement actuen a través

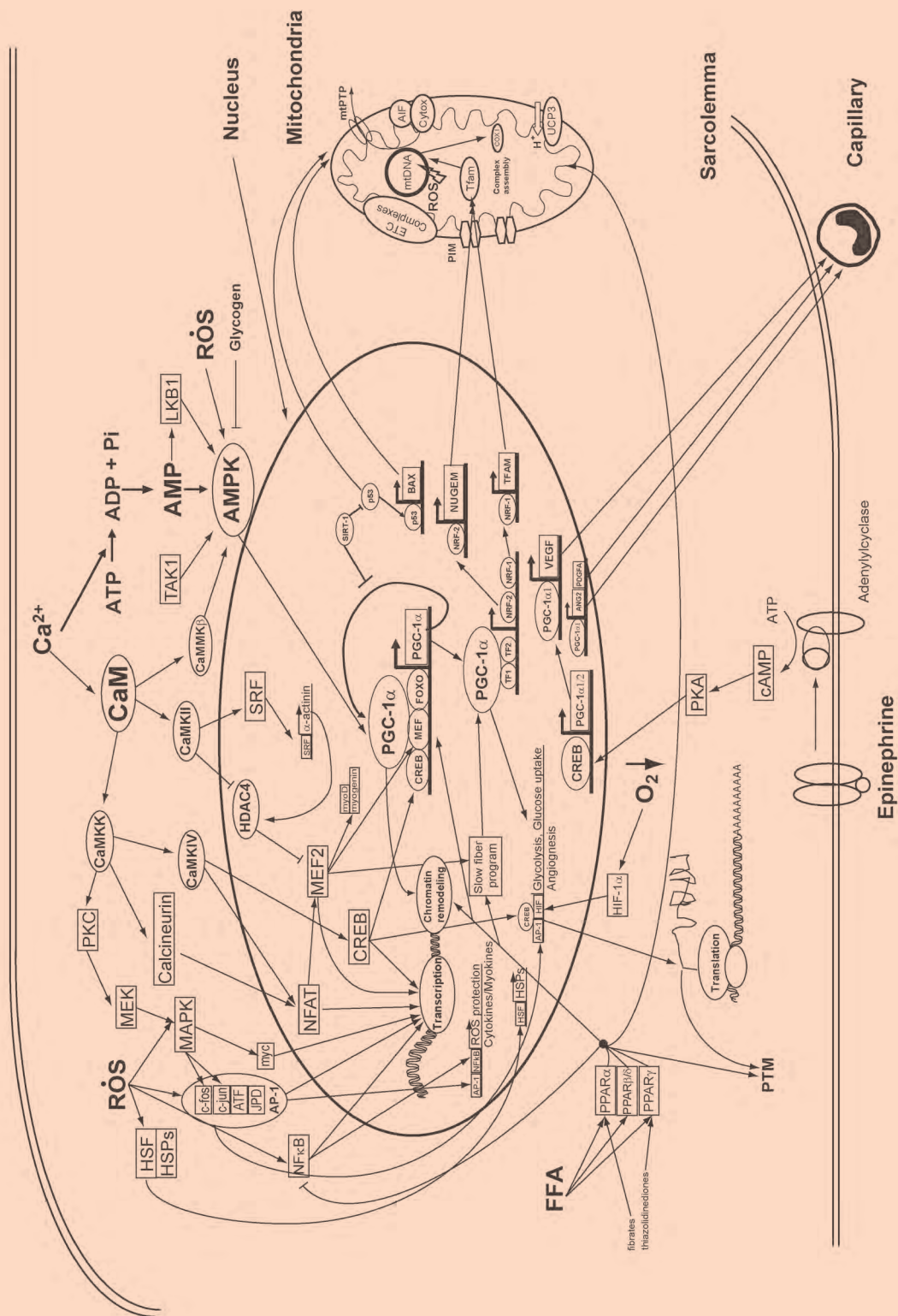
(Protein kinase B, PKB) pathway. Mechanical stress signals activate Akt dependent and Akt independent pathways. Nutritional cues such as the presence of leucine and other amino acids are directly sensed by mTOR. mTOR increases protein synthesis, both through translation initiation and elongation. In strength signaling there are also negative regulators of mTOR. A low cellular energy status decreases mTOR activation. Myostatin as a major muscle pro-cachectic factor represses mTOR directly and indirectly. Protein synthesis dependent hypertrophic growth of skeletal muscle tissue is limited by nuclear domain size. Fiber growth beyond 20% is thus supported by recruitment of satellite cells. Satellite cells can be activated by a number of growth factors (i.e. FGF; HGF, BMP etc.) as well as the myogenic regulatory factors MyoG (myogenin) and MyoD (myogenic differentiation factor). Chronic low-level elevation of inflammatory cytokines such as TNF- $\alpha$  and IL-6 are strong repressors of the Akt-mTOR signaling cascade and of myogenic regulatory factors. Androgens seem to interfere with multiple signaling pathways and enhance muscle cellular metabolism as well as muscle growth. Overall muscle phenotypic plasticity with strength type exercise training is regulated mainly by mTOR and its effects on the translational machinery in muscle fiber as well as the activation of satellite cells; representing DNA recruitment to muscle cells.

Overall, the last 25 years of molecular research into the molecular mechanisms involved in producing the training response have been extremely productive. The regulatory networks for endurance and strength training have been explored and major players have been identified. We now know that endurance exercise works mainly through transcriptional modulation while strength training works through regulation of translation. Both networks are massively complex, with multiple entry points, with many parallel signaling strands, with interconnections as well as with feed-forward and feed-back loops. These signaling networks are extremely robust and difficult to experimentally tease apart. For the latter it is necessary to use model systems such as transgenic animals and cell cultures that can be appropriately modified. The sheer complexity of the regulatory network that control phenotype in muscle fibers is awe inspiring and we can be certain that we are far from having a complete grasp of it.

de la via IGF-R (insulina-receptor) - Akt (proteïna-cinasa B, PKB). Els senyals d'estrès mecànic activen vies dependents i independents de l'Akt. Senyals nutricionals com la presència de leucina i altres aminoàcids actuen directament sobre mTOR. mTOR augmenta la síntesi de proteïnes mitjançant les fases d'iniciació i elongació del procés de traducció. En la senyalització de la força hi ha també reguladors negatius de la mTOR. Nivells cel·lulars energètics disminueix l'activació de mTOR. La miostatina, com a important factor procaquètic del múscul, reprimeix la mTOR directament i indirectament. El creixement hipertròfic de teixit muscular que depèn de la síntesi de les proteïnes està limitat per la grandària del domini nuclear. El creixement de la fibra més enllà de 20% és possible amb la implicació de les cèl·lules satèl·lit. Les cèl·lules satèl·lit poden ser activades per nombrosos factors de creixement (FGF, HGF, BMP, etc.), així com per factors de regulació miogènica MyoG (*myogenin*) i MyoD (factor de diferenciació miogènica). L'augment crònic del baix nivell de citokines inflammatòries, com la TNF- $\alpha$  i la IL-6, són forts repressors de la cascada de senyalització de Akt-mTOR i dels factors de regulació miogènica. Els andrògens semblen interferir en les múltiples vies de senyalització i millorar el metabolisme cel·lular muscular i també el creixement muscular. Generalment a plasticitat muscular fenotípica general en l'entrenament de força està regulada principalment per la mTOR i afecta sobre la maquinària de transformació en la fibra muscular, així com l'activació de les cèl·lules satèl·lit que representa el reclutament d'ADN en les cèl·lules musculars.

En general, els últims vint-i-cinc anys d'investigació molecular dels mecanismes moleculars implicats en la resposta a l'entrenament han estat molt productius. S'han explorat les vies reguladores de resposta a l'entrenament de resistència i de força i s'han identificat els principals protagonistes. Avui sabem que l'exercici de resistència funciona principalment a través de la modulació transcripcional, mentre que l'entrenament de força funciona a través de la regulació de la transformació. Ambdues vies són extremament complexes, amb múltiples punts d'entrada, amb moltes cadenes de senyalització paral·leles, amb interconnexions i també amb circuits de prealimentació i de retroalimentació. Aquestes xarxes de senyalització són molt robustes i difícils de distingir experimentalment. Per a aquests experiments és necessari l'ús de sistemes model com animals transgènics i conreus cel·lulars que es poden modificar adequadament. L'enorme complexitat de la xarxa de regulació que controla el fenotip en les fibres musculars és un fet, i estem lluny de comprendre-la completament.





**Figura 7.** Xarxa de senyals en el teixit muscular determinants en les adaptacions d'alta resistència (segons Hoppeler et al., 2011)

**Figure 7.** Signaling network in muscle tissue as relevant for endurance adaptations (after Hoppeler, Baum et al., 2011)

## Future of muscle research and exercise science

*I have personally lived the transition of exercise science from a descriptive study of functional (and structural) phenomena important for human exercise performance to a science that seeks mechanistic explanations for these very phenomena. Where do we go from here?*

*There are essentially unexplored levels of molecular control over phenotypic malleability that need investigation. One of the mechanisms of potential interest to exercise scientists is epigenetics i.e. the control of gene expression and thus phenotype beyond DNA. Epigenetic mechanism can modify the genome in a functionally relevant way without changes in the nucleotide sequence. This happens through mechanisms such as DNA methylation and de-methylation or histone modification which influence DNA usage through repressor proteins. Some of the epigenetic modifications of the genome are stable over long periods of time (cellular memory) or may even (rarely) be heritable (Ehlert, Simon, & Moser, 2013). The study of epigenetic changes of the genome with exercise might lead to a better understanding of how exercise at young age may change sport attitude and performance later in life. Epigenetic changes may also be responsible for long-term health effects of exercise, for training – re-training phenomena and for muscle dysfunctions related to diseases (Barreiro & Sznajder 2013; Kirchner, Osler, Krook, & Zierath, 2013).*

*Another area of major development of exercise science is the exploration of the mechanisms that link physical exercise to health and well-being. In this context Pedersen et al. (2003) published a ground-breaking paper providing evidence for muscle to produce anti-inflammatory substances during exercise. These authors coined the term of myokines for peptides released from muscle during activity. There are currently over 10 myokines identified that serve different functions, mainly tissue cross-talk between muscle, adipose tissue, brain etc. some of which having anti-inflammatory actions. With the concept of myokines the diverse health promoting effects of muscle activity can now be approached experimentally and have become amenable to mechanistic scientific scrutiny (Pedersen & Febbraio, 2012). Exercise science needs*

## El futur de la investigació del múscul i de la ciència de l'exercici

*He viscut personalment la transició de la ciència de l'exercici des d'un estudi descriptiu dels fenòmens funcionals (i estructurals) importants per al rendiment físic humà, fins al d'una ciència que cerca explicacions mecanicistes d'aquests mateixos fenòmens. A partir d'aquí, quin és el futur?*

*En realitat, hi ha àmbits inexplorats del control molecular sobre l'adaptabilitat fenotípica que requereixen una investigació. Un dels mecanismes d'interès potencial dels científics que investiguen l'exercici és l'epigenètica, és a dir, el control de l'expressió gènica i per tant el fenotip més enllà de l'ADN. El mecanisme epigenètic pot modificar el genoma d'una manera rellevant funcionalment, sense produir canvis en la seqüència de nucleòtids. Això ocorre a través de mecanismes com la metilació de l'ADN i la desmetilació o modificació de les histones que influeixen en l'ús d'ADN a través de les proteïnes repressores. Algunes de les modificacions epigenètiques del genoma són estables durant llargs períodes de temps (memòria cel·lular) i poden fins i tot (rarament) ser heretables (Ehlert, Simon, & Moser, 2013). Estudiar els canvis epigenètics del genoma a través de l'exercici físic pot conduir a una millor comprensió de com l'exercici en edat jove pot canviar l'actitud esportiva i el rendiment en una edat més avançada. Els canvis epigenètics també poden ser responsables dels efectes de l'exercici a llarg termini per a la salut, per a l'entrenament-reentrenament i per a les disfuncions musculars relacionades amb malalties (Barreiro & Sznajder 2013; Kirchner, Osler, Krook, & Zierath, 2013).*

*Una altra àrea en gran desenvolupament de la ciència de l'exercici és l'exploració dels mecanismes que vinculen l'exercici físic a la salut i el benestar. En aquest context, Pedersen et al. (2003) van publicar un article innovador que comprova el fet que els músculs produeixen substàncies antiinflamatòries durant l'exercici físic. Els autors van denominar mioquines els pèptids alliberats pels músculs durant l'activitat física. Actualment hi ha més de deu mioquines identificades que compleixen diferents funcions, principalment teixits que es comuniquen entre si, amb el teixit adipós, amb el cervell, etc., alguns dels quals tenen efectes antiinflamatoris. Amb l'aparició del concepte de mioquines, la diversa promoció dels efectes de l'activitat muscular sobre la salut es pot abordar de manera experimental i aquests són susceptibles d'un escrutini científic mecanicista (Pedersen & Febbraio, 2012). La ciència de l'exercici ha d'adoptar*

to embrace these novel concepts as the science that first and foremost explores the conditions related the human being when physically active.

## References

- Abernethy, P. J., Jürimäe, J., Logan, P. A., Taylor A. W., & Thayer, R. E. (1994). Acute and chronic response of skeletal muscle to resistance exercise. *Sports Medicine*, 17(1), 22-38. doi:10.2165/00007256-199417010-00003
- Andersen, P. (1975). Capillary density in skeletal muscle of man. *Acta Physiologica Scandinavica*, 95(2), 203-205. doi:10.1111/j.1748-1716.1975.tb10043.x
- Andersen, P., & Saltin, B. (1985). Maximal perfusion of skeletal muscle in man. *The Journal of Physiology*, 366(1), 233-249.
- Astrand, P. O. (1956). Human physical fitness with special reference to sex and age. *Physiological Reviews*, 36(3), 307-335.
- Barreiro, E., & Sznajder, J. I. (2013). Epigenetic regulation of muscle phenotype and adaptation: A potential role in COPD muscle dysfunction. *Journal of Applied Physiology*. Jan 10. [Epub ahead of print].
- Bergstrom, J. (1962). Muscle electrolytes in man determined by neutron activation analysis on needle biopsy specimens. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 14 (suppl. 68), 1-110.
- Brooks G. A., & Mercier, J. (1994). Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. *Journal of Applied Physiology*, 76(6), 2253-2261.
- Conley, K. E., Kayar, S. R., & Rosler, K. (1987). Adaptive variation in the mammalian respiratory system in relation to energetic demand: IV. Capillaries and their relationship to oxidative capacity. *Respiration Physiology*, 69(1), 47-64. doi:10.1016/0034-5687(87)90100-9
- Ehlert, T., Simon, P., Moser, & D. A. (2012). Epigenetics in sports. *Sports Medicine*, 43(2), 93-110. doi:10.1007/s40279-012-0012-y
- Fitts, R. H., & Widrick, J. J. (1996). Muscle mechanics: adaptations with exercise-training. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 24(1), 427-473. doi:10.1249/00003677-199600240-00016
- Flück, M. (2003). Molekulare Mechanismen der muskulären Anpassung. *Therapeutische Umschau*, 60(7), 371-381. doi:10.1024/0040-5930.60.7.371
- Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*, 37(2), 145-68. doi:10.2165/00007256-200737020-00004
- Gollnick, P. D., & King, D. W. (1969). Effect of exercise and training on mitochondria of rat skeletal muscle. *American Journal of Physiology*, 216(6), 1502-1509.
- Gollnick, P. D., & Saltin, B. (1982). Significance of skeletal muscle oxidative enzyme enhancement with endurance training. *Clinical Physiology*, 2(1), 1-12.
- Gould, M. K., & Rawlinson, W. A. (1959). Biochemical adaptation as a response to exercise. Effect of swimming on the levels of lactic dehydrogenase, malic dehydrogenase and phosphorylase in muscles of 8-, 11- and 15-week-old rats. *Biochemical Journal*, 73(1), 41-44.
- Hearn, G. R., & Wainio, W. W. (1956). Succinic dehydrogenase activity of the heart and skeletal muscle of exercised rats. *American Journal of Physiology*, 185(2), 348-350
- Holloszy, J. O. (1967). Biochemical adaptations in muscle. Effects of exercise on mitochondrial oxygen uptake and respiratory enzyme activity in skeletal muscle. *Journal of Biological Chemistry*, 242(9), 2278-2282.
- Hoppeler, H. (1986). Exercise-induced ultrastructural changes in skeletal muscle. *International Journal of Sports Medicine*, 7(4), 187-204. doi:10.1055/s-2008-1025758
- Hoppeler, H. (1990). The different relationship of  $\text{VO}_{2\text{max}}$  to muscle

aquests nous conceptes per explorar primer de tot les condicions relacionades amb el benestar de l'ésser humà actiu físicament.

## Referències

- Abernethy, P. J., Jürimäe, J., Logan, P. A., Taylor A. W., & Thayer, R. E. (1994). Acute and chronic response of skeletal muscle to resistance exercise. *Sports Medicine*, 17(1), 22-38. doi:10.2165/00007256-199417010-00003
- Andersen, P. (1975). Capillary density in skeletal muscle of man. *Acta Physiologica Scandinavica*, 95(2), 203-205. doi:10.1111/j.1748-1716.1975.tb10043.x
- Andersen, P., & Saltin, B. (1985). Maximal perfusion of skeletal muscle in man. *The Journal of Physiology*, 366(1), 233-249.
- Astrand, P. O. (1956). Human physical fitness with special reference to sex and age. *Physiological Reviews*, 36(3), 307-335.
- Barreiro, E., & Sznajder, J. I. (2013). Epigenetic regulation of muscle phenotype and adaptation: A potential role in COPD muscle dysfunction. *Journal of Applied Physiology*. Jan 10. [Epub previ a la impressió].
- Bergstrom, J. (1962). Muscle electrolytes in man determined by neutron activation analysis on needle biopsy specimens. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 14 (suppl. 68), 1-110.
- Brooks G. A., & Mercier, J. (1994). Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. *Journal of Applied Physiology*, 76(6), 2253-2261.
- Conley, K. E., Kayar, S. R., & Rosler, K. (1987). Adaptive variation in the mammalian respiratory system in relation to energetic demand: IV. Capillaries and their relationship to oxidative capacity. *Respiration Physiology*, 69(1), 47-64. doi:10.1016/0034-5687(87)90100-9
- Ehlert, T., Simon, P., Moser, & D. A. (2012). Epigenetics in sports. *Sports Medicine*, 43(2), 93-110. doi:10.1007/s40279-012-0012-y
- Fitts, R. H., & Widrick, J. J. (1996). Muscle mechanics: adaptations with exercise-training. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 24(1), 427-473. doi:10.1249/00003677-199600240-00016
- Flück, M. (2003). Molekulare Mechanismen der muskulären Anpassung. *Therapeutische Umschau*, 60(7), 371-381. doi:10.1024/0040-5930.60.7.371
- Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*, 37(2), 145-68. doi:10.2165/00007256-200737020-00004
- Gollnick, P. D., & King, D. W. (1969). Effect of exercise and training on mitochondria of rat skeletal muscle. *American Journal of Physiology*, 216(6), 1502-1509.
- Gollnick, P. D., & Saltin, B. (1982). Significance of skeletal muscle oxidative enzyme enhancement with endurance training. *Clinical Physiology*, 2(1), 1-12.
- Gould, M. K., & Rawlinson, W. A. (1959). Biochemical adaptation as a response to exercise. Effect of swimming on the levels of lactic dehydrogenase, malic dehydrogenase and phosphorylase in muscles of 8-, 11- and 15-week-old rats. *Biochemical Journal*, 73(1), 41-44.
- Hearn, G. R., & Wainio, W. W. (1956). Succinic dehydrogenase activity of the heart and skeletal muscle of exercised rats. *American Journal of Physiology*, 185(2), 348-350
- Holloszy, J. O. (1967). Biochemical adaptations in muscle. Effects of exercise on mitochondrial oxygen uptake and respiratory enzyme activity in skeletal muscle. *Journal of Biological Chemistry*, 242(9), 2278-2282.
- Hoppeler, H. (1986). Exercise-induced ultrastructural changes in skeletal muscle. *International Journal of Sports Medicine*, 7(4), 187-204. doi:10.1055/s-2008-1025758
- Hoppeler, H. (1990). The different relationship of  $\text{VO}_{2\text{max}}$  to muscle



- mitochondria in humans and quadrupedal animals. *Respiration Physiology*, 80(2-3):137-145. doi:10.1016/0034-5687(90)90077-C
- Hoppeler, H., Baum, O., Lurman, G., & Mueller, M. (2011). Molecular mechanisms of muscle plasticity with exercise. *Comprehensive Physiology*, 1(3), 1383-1412.
- Hoppeler, H., & Fluck, M. (2003). Plasticity of skeletal muscle mitochondria: structure and function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(1), 95-104. doi:10.1097/00005768-200301000-00016
- Hoppeler, H., Howald, H., Conley, K., Lindstedt, S. L., Claassen H., Vock, P., & Weibel, E. R. (1985). Endurance training in humans: aerobic capacity and structure of skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 59(2), 320-327.
- Hoppeler, H., Lindstedt, S. L., Uhlmann E., Niesel, A., Cruz-Orive, L. M., & Weibel, E. R. (1984). Oxygen consumption and the composition of skeletal muscle tissue after training and inactivation in the European woodmouse (*Apodemus sylvaticus*). *Journal of Comparative Physiology B*, 155(1), 51-61. doi:10.1007/BF00688791
- Hoppeler, H., & Lindstedt, S. L. (1985). Malleability of skeletal muscle in overcoming limitations: structural elements. *The Journal of Experimental Biology*, 115(1), 355-364.
- Hoppeler, H., Lüthi, P., Claassen, H., Weibel, E. R., & Howald, H. (1973). The ultrastructure of the normal human skeletal muscle. A morphometric analysis on untrained men, women, and well-trained orienteers. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, 344(3), 217-232. doi:10.1007/BF00588462
- Howald, H., Hoppeler, H., Claassen, H., Mathieu, O., & Straub, R. (1985). Influences of endurance training on the ultrastructural composition of the different muscle fiber types in humans. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, 403(4), 369-376. doi:10.1007/BF00589248
- Huxley H. E. (1957). The double array of filaments in cross-striated muscle. *Journal of Biophysical and Biochemical Cytology*, 3(5), 631-648. doi:10.1083/jcb.3.5.631
- Kay, S. R., Hoppeler, H., Armstrong, R. B., Laughlin, M. H., Lindstedt, S. L., Jones, J. H., ... Taylor, C. R. (1992). Estimating transit time for capillary blood in selected muscles of exercising animals. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, 421(6), 578-584. doi:10.1007/BF00375054
- Kirchner, H., Osler, M. E., Krook, A., & Zierath, J. R. (2013). Epigenetic flexibility in metabolic regulation: disease cause and prevention? *Trends in Cell Biology*, 23(5), 203-209. doi:10.1016/j.tcb.2012.11.008
- Lindstedt, S. L., & Conley, K. E. (2001). Human aerobic performance: too much ado about limits to  $\text{VO}_2$ . *The Journal of Experimental Biology*, 204(18), 3195-3199.
- Lindstedt, S. L., Wells, D. J., Jones, J. H., Hoppeler, H., & Thronson, H. A. Jr. (1988). Limitations to aerobic performance in mammals: interaction of structure and demand. *International Journal of Sports Medicine*, 9(3), 210-217. doi:10.1055/s-2007-1025008
- Lüthi, J. M., Howald, H., Claassen, H., Rösler, K., Vock, P., & Hoppeler, H. (1986). Structural changes in skeletal muscle tissue with heavy-resistance exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 7(3), 123-127. doi:10.1055/s-2008-1025748
- Mathieu, O., Cruz-Orive, L. M., Hoppeler, H., & Weibel, E. R. (1983). Estimating length density and quantifying anisotropy in skeletal muscle capillaries. *Journal of Microscopy*, 131(2), 131-146. doi:10.1111/j.1365-2818.1983.tb04240.x
- Morgan, T. E., Cobb, L. A., Short, F. A., Ross, R., & Gunn, D.R. (1971). Effects of long-term exercise on human muscle mitochondria. In B. Pernow & B. Saltin (Eds.), *Muscle metabolism during exercise* (Vol. 11), New York: Plenum. doi:10.1007/978-1-4613-4609-8\_8
- Pedersen, B. K., & Febbraio, M. A. (2012). Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews. Endocrinology*, 8(8), 457-465. doi:10.1038/nrendo.2012.49
- Pedersen, B. K., Steensberg, A., Fischer, C., Keller, C., Keller, P., Plomgaard, P., ... Saltin, B. (2003). Searching for the exercise factor: is IL-6 a candidate? *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 24(2-3), 113-119. doi:10.1023/A:1026070911202
- mitochondria in humans and quadrupedal animals. *Respiration Physiology*, 80(2-3):137-145. doi:10.1016/0034-5687(90)90077-C
- Hoppeler, H., Baum, O., Lurman, G., & Mueller, M. (2011). Molecular mechanisms of muscle plasticity with exercise. *Comprehensive Physiology*, 1(3), 1383-1412.
- Hoppeler, H., & Fluck, M. (2003). Plasticity of skeletal muscle mitochondria: structure and function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(1), 95-104. doi:10.1097/00005768-200301000-00016
- Hoppeler, H., Howald, H., Conley, K., Lindstedt, S. L., Claassen H., Vock, P., & Weibel, E. R. (1985). Endurance training in humans: aerobic capacity and structure of skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 59(2), 320-327.
- Hoppeler, H., Lindstedt, S. L., Uhlmann E., Niesel, A., Cruz-Orive, L. M., & Weibel, E. R. (1984). Oxygen consumption and the composition of skeletal muscle tissue after training and inactivation in the European woodmouse (*Apodemus sylvaticus*). *Journal of Comparative Physiology B*, 155(1), 51-61. doi:10.1007/BF00688791
- Hoppeler, H., & Lindstedt, S. L. (1985). Malleability of skeletal muscle in overcoming limitations: structural elements. *The Journal of Experimental Biology*, 115(1), 355-364.
- Hoppeler, H., Lüthi, P., Claassen, H., Weibel, E. R., & Howald, H. (1973). The ultrastructure of the normal human skeletal muscle. A morphometric analysis on untrained men, women, and well-trained orienteers. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, 344(3), 217-232. doi:10.1007/BF00588462
- Howald, H., Hoppeler, H., Claassen, H., Mathieu, O., & Straub, R. (1985). Influences of endurance training on the ultrastructural composition of the different muscle fiber types in humans. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, 403(4), 369-376. doi:10.1007/BF00589248
- Huxley H. E. (1957). The double array of filaments in cross-striated muscle. *Journal of Biophysical and Biochemical Cytology*, 3(5), 631-648. doi:10.1083/jcb.3.5.631
- Kay, S. R., Hoppeler, H., Armstrong, R. B., Laughlin, M. H., Lindstedt, S. L., Jones, J. H., ... Taylor, C. R. (1992). Estimating transit time for capillary blood in selected muscles of exercising animals. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, 421(6), 578-584. doi:10.1007/BF00375054
- Kirchner, H., Osler, M. E., Krook, A., & Zierath, J. R. (2013). Epigenetic flexibility in metabolic regulation: disease cause and prevention? *Trends in Cell Biology*, 23(5), 203-209. doi:10.1016/j.tcb.2012.11.008
- Lindstedt, S. L., & Conley, K. E. (2001). Human aerobic performance: too much ado about limits to  $\text{VO}_2$ . *The Journal of Experimental Biology*, 204(18), 3195-3199.
- Lindstedt, S. L., Wells, D. J., Jones, J. H., Hoppeler, H., & Thronson, H. A. Jr. (1988). Limitations to aerobic performance in mammals: interaction of structure and demand. *International Journal of Sports Medicine*, 9(3), 210-217. doi:10.1055/s-2007-1025008
- Lüthi, J. M., Howald, H., Claassen, H., Rösler, K., Vock, P., & Hoppeler, H. (1986). Structural changes in skeletal muscle tissue with heavy-resistance exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 7(3), 123-127. doi:10.1055/s-2008-1025748
- Mathieu, O., Cruz-Orive, L. M., Hoppeler, H., & Weibel, E. R. (1983). Estimating length density and quantifying anisotropy in skeletal muscle capillaries. *Journal of Microscopy*, 131(2), 131-146. doi:10.1111/j.1365-2818.1983.tb04240.x
- Morgan, T. E., Cobb, L. A., Short, F. A., Ross, R., & Gunn, D.R. (1971). Effects of long-term exercise on human muscle mitochondria. A B. Pernow & B. Saltin (Eds.), *Muscle metabolism during exercise* (Vol. 11), New York: Plenum. doi:10.1007/978-1-4613-4609-8\_8
- Pedersen, B. K., & Febbraio, M. A. (2012). Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews. Endocrinology*, 8(8), 457-465. doi:10.1038/nrendo.2012.49
- Pedersen, B. K., Steensberg, A., Fischer, C., Keller, C., Keller, P., Plomgaard, P., ... Saltin, B. (2003). Searching for the exercise factor: is IL-6 a candidate? *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 24(2-3), 113-119. doi:10.1023/A:1026070911202

- Richardson, R. S., & Saltin, B. (1998). Human muscle blood flow and metabolism studied in the isolated quadriceps muscles. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(1), 28-33. doi:10.1097/00005768-199801000-00005
- Roberts, T. J., Weber, J. M., Hoppeler, H., Weibel, E. R., & Taylor C. R. (1996). Design of the oxygen and substrate pathways. II. Defining the upper limits of carbohydrate and fat oxidation. *The Journal of Experimental Biology*, 199(8), 1651-1658
- Romijn, J. A., Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Gastaldelli, A., Horowitz, J. F., Endert, E., & Wolfe, R. R. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *American Journal of Physiology*, 265 (3 Pt 1), E380-391.
- Saltin, B., & Gollnick, P. D. (1983). Skeletal muscle adaptability: significance for metabolism and performance. In L. D. Peachy, R. H. Adrian & S. R. Geiger (Eds.), *Handbook of Physiology - Skeletal Muscle* (pp. 555-631). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Spriet, L. L., Gledhill, N., Froese, A. B., & Wilkes, D. L. (1986). Effect of graded erythrocythemia on cardiovascular and metabolic responses to exercise. *Journal of Applied Physiology*, 61(5), 1942-1948.
- Taylor, C. R., Karas, R. H., Weibel, E. R., & Hoppeler, H. (1987). Adaptive variation in the mammalian respiratory system in relation to energetic demand. *Respiration Physiology*, 69(1), 1-127. doi:10.1016/0034-5687(87)90097-1
- Taylor, C. R., Weibel, E. R., Weber, J. M., Vock, R., Hoppeler, H., Roberts, T. J., & Brichon, G. (1996). Design of the oxygen and substrate pathways. I. Model and strategy to test symmorphosis in a network structure. *The Journal of Experimental Biology*, 199(8), 1643-1649
- Turner, D. L., Hoppeler, H., Noti, C., Gurtner, H. P., Gerber, H., Schena, F., ... Ferretti, G. (1993). Limitations to  $\dot{V}O_{2\max}$  in humans after blood retransfusion. *Respiration Physiology*, 92(3), 329-341. doi:10.1016/0034-5687(93)90017-5
- Vock, R., Hoppeler, H., Claassen, H., Wu, D. X., Billeter, R., Weber, J. M., ... Weibel, E. R. (1996). Design of the oxygen and substrate pathways. VI. Structural basis of intracellular substrate supply to mitochondria in muscle cells. *Journal of Experimental Biology*, 199(8), 1689-1697.
- Vock, R., Weibel, E. R., Hoppeler, H., Ordway, G., Weber, J. M., & Taylor, C. R. (1996). Design of the oxygen and substrate pathways. V. Structural basis of vascular substrate supply to muscle cells. *Journal of Experimental Biology*, 199(8), 1675-1688.
- Vogt, M., Puntchart, A., Howald, H., Mueller, B., Mannhart, C., Gfeller-Tuescher, L., ... Hoppeler, H. (2003). Effects of dietary fat on muscle substrates, metabolism, and performance in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(6), 952-960. doi:10.1249/01.MSS.0000069336.30649.BD
- Weber, J. M., Brichon, G., Zwingelstein, G., McClelland, G., Saucedo, C., Weibel, E. R., & Taylor, C. R. (1996). Design of the oxygen and substrate pathways. IV. Partitioning energy provision from fatty acids. *Journal of Experimental Biology*, 199(8), 1667-1674.
- Weber, J. M., Roberts, T. J., Vock, R., Weibel, E. R., & Taylor, C. R. (1996). Design of the oxygen and substrate pathways. III. Partitioning energy provision from carbohydrates. *Journal of Experimental Biology*, 199(8), 1659-1666.
- Weibel, E. R., Taylor, C. R., Hoppeler, H. (1991). The concept of symmorphosis: A testable hypothesis of structure-function relationship. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 88(22), 10357-10361. doi:10.1073/pnas.88.22.10357
- Yakovlev, N. N., Krasnova, A. F., Chagovets, N. R. (1963). The influence of muscle activity on muscle proteins. In E. Gutmann & P. Hnik (Eds.), *The effect of use and disuse on neuromuscular functions* (pp. 461-470). Prague: Czech Acad Sci.
- Zumstein, A., Mathieu, O., Howald, H., & Hoppeler, H. (1983). Morphometric analysis of the capillary supply in skeletal muscles of trained and untrained subjects--its limitations in muscle biopsies. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, 397(4), 277-283. doi:10.1007/BF00580261
- Richardson, R. S., & Saltin, B. (1998). Human muscle blood flow and metabolism studied in the isolated quadriceps muscles. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(1), 28-33. doi:10.1097/00005768-199801000-00005
- Roberts, T. J., Weber, J. M., Hoppeler, H., Weibel, E. R., & Taylor C. R. (1996). Design of the oxygen and substrate pathways. II. Defining the upper limits of carbohydrate and fat oxidation. *The Journal of Experimental Biology*, 199(8), 1651-1658
- Romijn, J. A., Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Gastaldelli, A., Horowitz, J. F., Endert, E., & Wolfe, R. R. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *American Journal of Physiology*, 265 (3 Pt 1), E380-391.
- Saltin, B., & Gollnick, P. D. (1983). Skeletal muscle adaptability: significance for metabolism and performance. A L. D. Peachy, R. H. Adrian & S. R. Geiger (Eds.), *Handbook of Physiology - Skeletal Muscle* (pp. 555-631). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Spriet, L. L., Gledhill, N., Froese, A. B., & Wilkes, D. L. (1986). Effect of graded erythrocythemia on cardiovascular and metabolic responses to exercise. *Journal of Applied Physiology*, 61(5), 1942-1948.
- Taylor, C. R., Karas, R. H., Weibel, E. R., & Hoppeler, H. (1987). Adaptive variation in the mammalian respiratory system in relation to energetic demand. *Respiration Physiology*, 69(1), 1-127. doi:10.1016/0034-5687(87)90097-1
- Taylor, C. R., Weibel, E. R., Weber, J. M., Vock, R., Hoppeler, H., Roberts, T. J., & Brichon, G. (1996). Design of the oxygen and substrate pathways. I. Model and strategy to test symmorphosis in a network structure. *The Journal of Experimental Biology*, 199(8), 1643-1649
- Turner, D. L., Hoppeler, H., Noti, C., Gurtner, H. P., Gerber, H., Schena, F., ... Ferretti, G. (1993). Limitations to  $\dot{V}O_{2\max}$  in humans after blood retransfusion. *Respiration Physiology*, 92(3), 329-341. doi:10.1016/0034-5687(93)90017-5
- Vock, R., Hoppeler, H., Claassen, H., Wu, D. X., Billeter, R., Weber, J. M., ... Weibel, E. R. (1996). Design of the oxygen and substrate pathways. VI. Structural basis of intracellular substrate supply to mitochondria in muscle cells. *Journal of Experimental Biology*, 199(8), 1689-1697.
- Vock, R., Weibel, E. R., Hoppeler, H., Ordway, G., Weber, J. M., & Taylor, C. R. (1996). Design of the oxygen and substrate pathways. V. Structural basis of vascular substrate supply to muscle cells. *Journal of Experimental Biology*, 199(8), 1675-1688.
- Vogt, M., Puntchart, A., Howald, H., Mueller, B., Mannhart, C., Gfeller-Tuescher, L., ... Hoppeler, H. (2003). Effects of dietary fat on muscle substrates, metabolism, and performance in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(6), 952-960. doi:10.1249/01.MSS.0000069336.30649.BD
- Weber, J. M., Brichon, G., Zwingelstein, G., McClelland, G., Saucedo, C., Weibel, E. R., & Taylor, C. R. (1996). Design of the oxygen and substrate pathways. IV. Partitioning energy provision from fatty acids. *Journal of Experimental Biology*, 199(8), 1667-1674.
- Weber, J. M., Roberts, T. J., Vock, R., Weibel, E. R., & Taylor, C. R. (1996). Design of the oxygen and substrate pathways. III. Partitioning energy provision from carbohydrates. *Journal of Experimental Biology*, 199(8), 1659-1666.
- Weibel, E. R., Taylor, C. R., Hoppeler, H. (1991). The concept of symmorphosis: A testable hypothesis of structure-function relationship. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 88(22), 10357-10361. doi:10.1073/pnas.88.22.10357
- Yakovlev, N. N., Krasnova, A. F., Chagovets, N. R. (1963). The influence of muscle activity on muscle proteins. A E. Gutmann & P. Hnik (Eds.), *The effect of use and disuse on neuromuscular functions* (pp. 461-470). Prague: Czech Acad Sci.
- Zumstein, A., Mathieu, O., Howald, H., & Hoppeler, H. (1983). Morphometric analysis of the capillary supply in skeletal muscles of trained and untrained subjects--its limitations in muscle biopsies. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, 397(4), 277-283. doi:10.1007/BF00580261

# Mètodes mixtos en la investigació de les ciències de l'activitat física i l'esport

## *Mixed Methods in the Research of Sciences of Physical Activity and Sport*

**MARTA CASTAÑER BALCELLS**

**OLEGUER CAMERINO FOGUET**

Laboratori d'Observació de la Motricitat

Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya - Centre de Lleida (Espanya)

**M. TERESA ANGUERA ARGILAGA**

Departament de Metodologia de les Ciències del Comportament

Facultat de Psicologia

Universitat de Barcelona (Espanya)

**Autor per a la correspondència**

**Oleguer Camerino Foguet**

[ocamerino@inefc.es](mailto:ocamerino@inefc.es)

<http://lom.observesport.com/>

### Resum

La investigació en les ciències de l'activitat física i l'esport ha estat influenciada prioritàriament per procediments quantitius adaptats d'altres àrees del coneixement. L'aparició de nous paradigmes, mètodes i procediments d'investigació ens ofereix un nombre més gran de possibilitats de combinació d'instruments per a l'anàlisi de l'activitat física i l'esport que pot enriquir tot el procés investigador. En aquest article presentem, mitjançant exemples d'investigacions, els mètodes mixtos (*Mixed Method Approach*), que proposen conjugar dades de naturalesa quantitativa i qualitativa en el mateix estudi. Aquesta nova perspectiva metodològica s'està refermant amb força en l'última dècada d'acord amb la necessitat actual de plantejaments més integrats en la investigació de la motricitat humana.

**Paraules clau:** metodologia mixta, investigació en activitat física i esport

### Abstract

#### *Mixed Methods in the Research of Sciences of Physical Activity and Sport*

*Research in Science of Physical Activity and Sport has been influenced primarily by quantitative procedures adapted from other areas of knowledge. The emergence of new paradigms, research methods and procedures offers us as more possible combinations of tools for the analysis of physical activity and sport that can enrich the entire research process. This paper introduces the mixed methods (Mixed Method Approach) using examples of various studies. These methods combine quantitative and qualitative data in the same study. This new methodological approach has taken hold strongly in the past decade given the current need for a more integrated approach to the investigation of human movement.*

**Keywords:** mixed methodology, research in physical activity and sport

### Introducció

La investigació en les ciències de l'activitat física i l'esport és molt recent i ha estat habitualment influenciada per procediments de tipus quantitatiu (e. g., test de condició física); però en les últimes dècades la balança a favor de la metodologia qualitativa (e. g., entrevistes d'opinió) s'ha equilibrat (Heinemann, 2003). Avui en dia comença a estar superada la poca reciprocitat entre els enfocaments qualitius i els quantitius per cercar la complementarietat i integració en un mateix estudi (Camerino, 1995). El camí que s'ha de seguir és la nova perspectiva metodològica denominada mètodes mixtos –*Mixed Method*– (Creswell & Plano Clark,

2007; Tashakkori & Creswell, 2007, 2008; Teddlie & Tashakkori, 2006), que comença a ser aplicada en la investigació d'esports, l'activitat física i la dansa dins les ciències de l'activitat física i l'esport (Camerino, Castañer, & Anguera, 2012).

### Noves perspectives d'investigació

L'aparició dels mètodes mixtos s'ha denominat la “revolució silenciosa” (Johnson, Onwuegbuzie, & Turner, 2007; O'Cathain, 2009), ja que no es limiten a la simple recollida de dades de diferent naturalesa, sinó que impliquen la combinació de la lògica inductiva amb



la deductiva (Bergman, 2010) de manera mixta al llarg de tot el procés investigador, compronent el plantejament del problema, la recollida-anàlisi de dades, la interpretació de resultats, i l'informe final (Wolcott, 2009).

Aquesta nova perspectiva requereix:

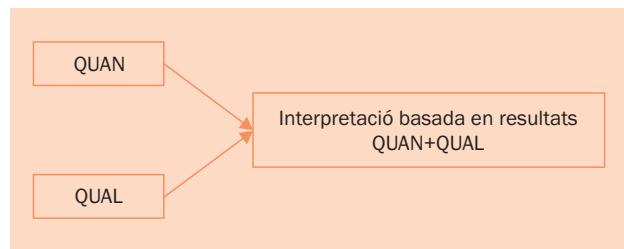
- Delimitar l'objecte d'estudi amb major amplitud per comprendre'n tota la complexitat.
- Utilitzar de forma conjunta instruments de recopiació de dades (e. g., entrevistes d'opinió de l'esportista amb observació sistemàtica del seu entrenament).
- Conjuguar els resultats d'aquestes tècniques mitjançant procediments d'anàlisi integrada (e. g., combinar el resultat de les entrevistes de satisfacció dels pares amb l'observació sistemàtica de l'esport escolar).

A continuació desenvoluparem els mètodes mixtos amb exemples d'estudis sobre l'esport i activitat física (Camerino et al., 2012) aplicant aquesta nomenclatura:

- **QUAN:** quan les dades d'ordre quantitatiu són preeminents.
- **QUAL:** quan les dades d'ordre qualitatiu són preeminents.
- **Quan:** quan les dades d'ordre quantitatiu són complementàries.
- **Qual:** quan les dades d'ordre qualitatiu són complementàries.

### Característiques dels mètodes mixtos

Greene i Caracelli (2003) defineixen cinc característiques dels mètodes mixtos:



**Figura 1**

Disseny de triangulació (adaptat de Creswell & Plano Clark, 2007, p. 63)

- Triangulació* o recerca de convergència de resultats;
- Complementarietat* o examen del solapament en les facetes d'un fenomen;
- Iniciació* o descobriment de paradoxes o contradiccions;
- Desenvolupament* seqüencial dels instruments entre si;
- Expansió* o extensió del projecte a mesura que avança.

### EXEMPLE 1

**Les activitats físiques femenines** (Moreno, Martínez, & Alonso, 2006): observació de tipus de pràctiques femenines (QUAL); qüestionaris de satisfacció (QUAN) i entrevista a dones practicants de diferents edats (QUAL).

- *Triangulació* de resultats dels tres instruments (QUAL/QUAN/QUAL).
- *Complementarietat*: comparar l'observació amb l'entrevista (QUAL/QUAL).
- *Iniciació*: contrast entre el qüestionari i l'entrevista (QUAN/QUAL).
- *Desenvolupament*: a partir de l'observació es desenvolupa l'entrevista (QUAL/QUAL).
- *Expansió*: programar noves ofertes d'activitats en un municipi.

## Dissenys d'investigació en mètodes mixtos

Amb aquestes característiques es poden derivar diferents tipus de *dissenys* (Tashakkori & Teddlie, 2003), que responen a les característiques anteriors i que tot seguit exemplificarem. Els quatre dissenys principals són: de triangulació, d'incrustació de dominància, d'exploració seqüencial i d'explicació seqüencial.

### Dissenys de triangulació

La triangulació és el procediment més utilitzat (Creswell & Plano Clark, 2007; Creswell, Plano Clark, Gutmann, & Hanson, 2003), i la seva finalitat consisteix en la confrontació d'informacions complementàries sobre el mateix episodi (Morse, 1991; Riba, 2007) amb el propòsit de comprendre'l millor (vegeu *fig. 1*).

Encara que poden coexistir, els dissenys de triangulació es distingeixen en quatre tipus:

**Triangulació de dades.** Partim de diferents fonts de dades en un mateix estudi i distingim els mètodes que les produeixen per ser harmonitzats.

#### EXEMPLE 2

**Nivell inicial d'un equip d'handbol durant la pretemporada** (Gil, Capafons, & Labrador, 1993), basat en paràmetres de la condició física del test de Bosco (QUAN) i efectivitat tàctica amb observacions sistemàtiques de l'atac organitzat (QUAL).

**Triangulació d'investigadors.** Participen diferents investigadors en un mateix estudi per minimitzar les desviacions derivades dels factors humans, comparant cadascun dels seus resultats de la investigació.

#### EXEMPLE 3

**L'activitat física extraescolar en un col·legi** (Luengo, 2007) a partir de: una enquesta de satisfacció passada als pares (QUAN), una entrevista als educadors (QUAL) i una enquesta als participants en competicions escolars (QUAN) (Camerino, et al, 2012).

**Triangulació de teories.** Múltiples perspectives per interpretar els resultats d'un estudi, estenent les possibilitats de produir coneixement.

#### EXEMPLE 4

**Les activitats físiques practicades per les dones joves** (Alfaro, 2008) des de diferents perspectives conceptuals: sociològica (rols socials i gènere), psicològica (la teoria de les metes) i antropològica (teoria psicoanalítica).

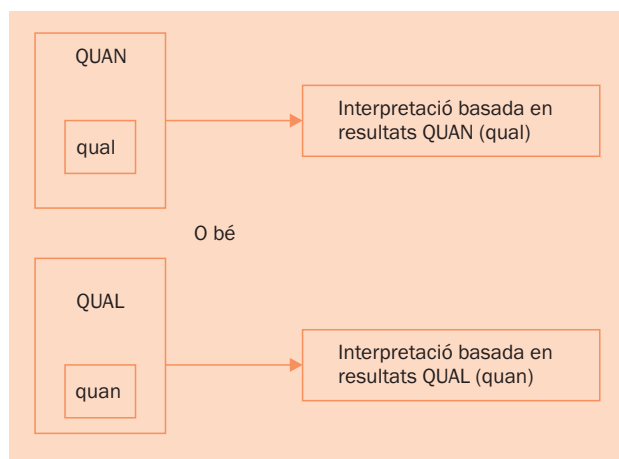
**Triangulació metodològica.** S'utilitzen distints mètodes i instruments per a un mateix problema d'investigació.

#### EXEMPLE 5

**L'eficàcia comunicativa d'un entrenador** (Torregrosa, Sousa, Viladrich, Vilamarín, & Cruz, 2008) en competició amb: observacions sistemàtiques de gravacions en vídeo de la seva comunicació verbal en els partits (QUAN) i entrevistes d'opinió fetes als jugadors sobre l'eficàcia de la comunicació de l'entrenador.

### Disseny incrustats de dominància

En aquesta ocasió treballem amb un tipus de dades dominants (QUAN o QUAL) i cerquem altres dades de



**Figura 2**

Disseny incrustat de dominància (extret de Creswell & Plano Clark, 2007, p. 68)

naturalesa variada, com un suport secundari (Quan o Qual), que exerceixen un paper complementari i que estan supeditades a les primeres (vegeu fig. 2). Aquests dissenys són adequats per a estudis complexos i longitudinals, com els fets sobre la condició física de grans mostres de població.

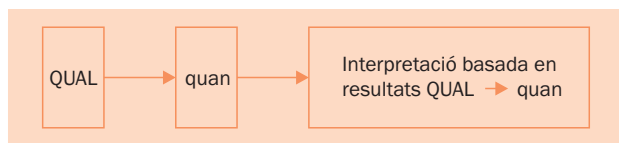
#### EXEMPLE 6

**Estudi de l'efecte d'un programa de manteniment físic** a partir de mesures antropomètriques de l'índex de massa corporal mesurant l'altura i el pes (QUAN), i després de les sessions entrevistes en profunditat del canvi d'hàbits alimentaris i d'activitat física dels participants en la seva vida quotidiana (qual).

### Disseny exploratori seqüencial

En aquest cas els resultats del primer mètode qualitatiu permeten ajudar a desenvolupar o informar el segon mètode quantitatiu (Greene & Caracelli, 2003). La condició bàsica d'aquest disseny rau en el fet que fa falta l'exploració prèvia, ja que no es disposa d'instruments o mesures, perquè es desconeixen les variables i perquè no existeix un marc teòric.

Aquest disseny s'inicia amb l'obtenció de dades qualitatives per explorar el fenomen, i després es construeix una etapa quantitativa, els resultats de la qual es connectaran amb la fase qualitativa (vegeu

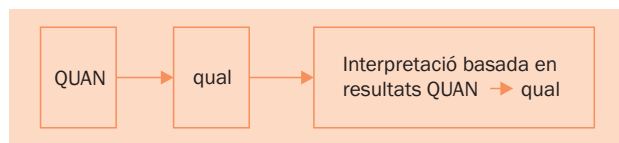

**Figura 3**

Disseny exploratori seqüencial (adaptat de Creswell & Plano Clark, 2007, p. 76)

fig. 3). Malgrat aquest caràcter explorador inicial, és el disseny que millor s'acomoda a l'estudi de fenòmens inconcrets i intangibles on les variables encara són desconegudes (Creswell, 1999; Creswell & Plano Clark, 2007; Creswell et al., 2003).

#### EXEMPLE 7

**Les conductes no verbals dels professors d'educació física** segons la seva experiència. Amb un sistema d'observació de la conducta gestual categoritzem professionals de diferents anys d'exercici (quan), després d'observacions exploratòries qualitatives inicials (QUAL) sobre la comunicació paraverbal de diferents docents (Castañer, Camerino, Anguera, & Jonsson, 2011).


**Figura 4**

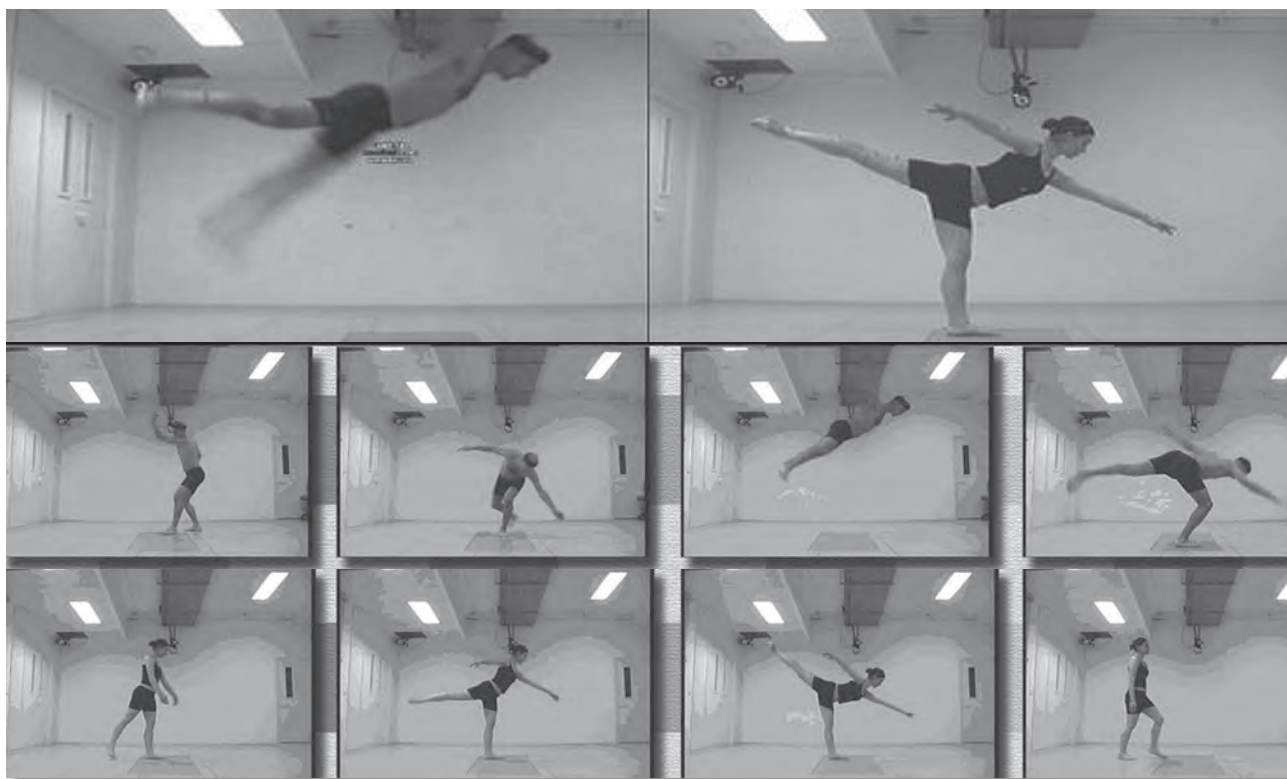
Disseny explicatiu seqüencial (adaptat de Creswell & Plano Clark, 2007, p. 73)

#### Disseny explicatiu seqüencial

Es tracta d'un disseny de dues etapes on es pretén que les dades qualitatives ajudin a explicar els resultats quantitatius obtinguts inicialment i així poder desenvolupar més els resultats quantitatius (Creswell, 1999; Creswell & Plano Clark, 2007; Creswell et al., 2003) (vegeu fig. 4).

#### EXEMPLE 8

**Apreciació estètica de la dansa** amb dos instruments: captura inicial de paràmetres cinemàtics per mitjà del *body motion capture* (fig. 5) (QUAN) de tècniques de dansa contemporània i qüestionaris de preguntes obertes (qual) a estudiants de ciències de l'activitat física i esports sobre la


**Figura 5**

Captura d'imatges (body motion capture) de tècniques de dansa contemporània (Castañer, Torrents, Morey, & Jofre, 2012)



percepció estètica d'aquestes tècniques, visualitzades en imatges reals de la captura del moviment (Castañer et al., 2012).

Malgrat que aquest disseny s'inicia quantitativament, els investigadors generalment posen major èmfasi en el mètode qualitatiu que en el quantitatiu. Dins l'activitat física s'utilitza en estudis amb bastant mostra, especialment quan l'investigador vol primer prendre dades quantitatives i formar grups basats en resultats quantitatius per després efectuar un estudi qualitatiu amb aquests grups determinant que les característiques quantitatives dels participants guiïn un mosaic en la fase qualitativa (Morgan, 1998; Tashakkori & Teddlie, 2003).

## Discussió i conclusions finals

Després d'exposar el desenvolupament dels dissenys que es deriven dels mètodes mixtos, resulta necessari efectuar un balanç objectiu dels beneficis que reporten, així com de les dificultats i reptes de futur.

Els principals avantatges han estat comentats àmpliament per diversos autors (Todd, Nerlich, & McKeown, 2004), i es concreten en els aspectes següents:

- La perspectiva és més completa, integral i holística, explorant-se diversos nivells o dimensions del problema d'estudi.
- Es facilita la formulació del problema i el seu emmarcament conceptual (Brannen, 1992).
- La riquesa de les dades és molt més gran, atès que no hi ha limitació quant a la diversitat de les fonts de procedència i a la naturalesa de la informació.
- Es potencia la creativitat teòrica, amb nombrosos procediments crítics de valoració (Clarke, 2004).
- En combinar mètodes, augmenten les possibilitats d'ampliar les dimensions d'un estudi (Morse, 2003; Newman, Ridenour, Newman, & De Marco, 2003).
- S'aconsegueix una major i millor exploració i explotació de les dades, i permeten una presentació més suggeridora de resultats (Todd et al., 2004), ja que no consten únicament taules numèriques.

Indubtablement, es tracta d'aspectes positius de diversa importància, que, individualment i en conjunt,

mostren els grans avantatges dels dissenys dels mètodes mixtos. No obstant això, queden pendents grans reptes, que esperem que en alguns anys s'aconsegueixin resoldre satisfactòriament:

- Es requereix una formació metodològica tant en metodologia qualitativa com en quantitativa, la qual cosa no és habitual, atesa la tradició investigadora de les últimes dècades (Todd & Nerlich, 2004).
- Han d'establir-se criteris clars per a l'avaluació d'estudis fets amb mètodes mixtos (Onwuegbuzie & Johnson, 2006).
- Han de desmitificar-se aspectes que han estat considerats tabú o polèmics, per acceptar-los amb normalitat, modificant la perspectiva des de la qual s'han enjudiciat per resoldre dilemes d'investigació de manera global (Yardley, 2000).

L'extrema dificultat de l'estudi de l'activitat física i l'esport pot ser abordada millor tenint en compte les relacions dinàmiques que s'estableixen entre els seus elements mitjançant els mètodes mixtos que ens hi aproximem (Camerino et al., 2012).

## Agraïments

Aquest treball forma part de les investigacions següents:

- *Grup de recerca i innovació en dissenys (GRID). Tecnologia i aplicació multimèdia i digital als dissenys observacionals*, subvencionat per la Generalitat de Catalunya durant el període 2009-2013.
- *Observació de la interacció en esport i activitat física: Avenços tècnics i metodològics en registres automatitzats qualitatiu-quantitatiu*, subvencionat per la Secretaria d'Estat d'Investigació, Desenvolupament i Innovació del Ministeri d'Educació i Ciència (DEP2012-32124), durant el període 2012-2016.

## Referències

- Bergman, M. M. (2010). On concepts and paradigms in mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 4(3), 171-175. doi:10.1177/1558689810376950
- Brannen, J. (Ed.). (1992). *Mixing methods: Qualitative and quantitative research*. Aldershot: Avebury.

- Camerino, O. (1995). *Integració metodològica en la investigació de l'educació física*. Lleida: Generalitat de Catalunya-INEFC.
- Camerino, O., Castañer, M., & Anguera, M. T. (Eds.). (2012). *Mixed Methods Research in the Movement Sciences: Case studies in sport, physical education and dance*. London: Routledge.
- Castañer, M., Camerino, O., Anguera, M. T., & Jonsson, G. K. (2011). Kinesics and proxemics communication of expert and novice PE teachers. *Quality & Quantity*. doi:10.1007/s11135-011-9628-5
- Castañer, M., Torrents, C., Morey, G., & Jofre, T. (2012). Appraising motor creativity, aesthetics and the complexity of motor responses in dance. A O. Camerino, M. Castañer & M. T. Anguera (Eds.), *Mixed Methods Research in the Movement Sciences: Case studies in sport, physical education and dance* (pàg. 146-176). London: Routledge.
- Clarke, D. (2004). Structured judgement methods. A Z. Todd, B. Nerlich, S. McKeown & D. Clarke (Eds.), *Mixing methods in psychology* (pàg. 81-100). Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.
- Creswell, J. W. (1999). Mixed-method research: Introduction and application. A G. J. Cizek (Ed.), *Handbook of educational policy* (pàg. 455-472). San Diego, CA: Academic Press.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting Mixed Methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage. doi:10.1177/1558689807306132
- Creswell, J. W., Plano Clark, V. L., Gutmann, M. L., & Hanson, W. E. (2003). Advanced Mixed Methods research designs. A A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of Mixed Methods in social and behavioral research* (pàg. 209-240). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Gil, J., Capafons, A., & Labrador, F. (1993). Variables físicas y psicológicas predictoras del rendimiento deportivo y del cambio terapéutico. *Psicothema*, 5(1), 97-110.
- Greene, J. C., & Caracelli, V. J. (2003). Making paradigmatic sense of Mixed Methods practice. A A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook Mixed Methods in social and behavioral research* (pàg. 91-110). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Heinemann, K. (2003). *Introducción a la metodología de la investigación empírica en las ciencias del deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turner, L. A. (2007). Toward a definition of Mixed Methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112-133. doi:10.1177/1558689806298224
- Luengo, C. (2007). Actividad físico-deportiva extraescolar en alumnos de primaria. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 7(27), 174-184.
- Moreno, J. A., Martínez, C., & Alonso, N. (2006). Actitudes hacia la práctica físico-deportiva según el sexo del practicante. *International Journal of Sport Science*, 2(3), 21-43.
- Morgan, A. (1998). Practical strategies for combining qualitative and qualitative methods: Application to health research. *Qualitative Health Research*, 8(3), 362-376. doi:10.1177/104973239800800307
- Morse, J. M. (1991). Approaches to qualitative-quantitative methodological triangulation. *Nursing Research*, 40(2), 120-123.
- Morse, J. M. (2003). Principles of Mixed Methods and multimethod research design. A A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of Mixed Methods in social and behavioural research* (pàg. 189-208). Thousand Oaks, CA: Sage. doi:10.1097/00006199-199103000-00014
- Newman, I., Ridenour, C. S., Newman, C., & De Marco, G. M. (2003). A typology of research purposes and its relationship to mixed methods. A A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioural research* (pàg. 167-188). Thousand Oaks, CA: Sage.
- O'Cathain, A. (2009). Mixed methods research in health sciences: A quiet revolution. *Journal of Mixed Methods Research*, 3(3), 3-6. doi:10.1177/1558689808326272
- Onwuegbuzie, A. J., & Johnson, R. B. (2006). The validity issue in mixed research. *Research in the Schools*, 13(1), 48-63.
- Riba, C. E. (2007). *La metodología cualitativa en l'estudi del comportament*. Barcelona: UOC.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (Eds.). (2003). *Handbook of Mixed Methods in social and behavioural research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Tashakkori, A., & Creswell, J. W. (2007). The new era of mixed methods. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 3-7. doi:10.1177/2345678906293042
- Tashakkori, A., & Creswell, J. W. (2008). Mixed methodology across disciplines. *Journal of Mixed Methods Research*, 2(1), 3-6. doi:10.1177/1558689807309913
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2006). A general typology of research designs featuring mixed methods. *Research in the Schools*, 13(1), 12-28.
- Todd, Z., & Nerlich, B. (2004). Future directions. A Z. Todd, B. Nerlich, S. McKeown & D. Clarke (Eds.), *Mixing methods in psychology* (pàg. 231-237). Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.
- Todd, Z., Nerlich, B., & McKeown, S. (2004). Introduction. A Z. Todd, B. Nerlich, S. McKeown & D. Clarke (Eds.), *Mixing methods in psychology* (pàg. 3-16). Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.
- Torregrosa, M., Sousa, C., Viladrich, M. C., Vilamarín, F., & Cruz, J. (2008). El clima motivacional y el estilo de comunicación del entrenador como predictores del compromiso en futbolistas jóvenes. *Psicothema*, 20(2), 254-259.
- Wolcott, H. F. (2009). *Writing up qualitative research*. Los Angeles, CA: Sage.
- Yardley, L. (2000). Dilemmas of qualitative research. *Psychology and Health*, 15(2), 215-228. doi:10.1080/08870440008400302

# Procediment d'actuació davant la inclusió d'alumnat amb discapacitat en l'àrea d'educació física (PAIADEF)\*

*Process Performance facing the Inclusion of Students with Disabilities in the Area of Physical Education (PAIADEF)*

**NÚRIA CAUS PERTEGAZ**

Departament de Didàctica General i Didàctiques Específiques  
Facultat d'Educació  
Universitat d'Alacant (Espanya)

**ESTHER SANTOS ORTEGA**

Institut de Camarles (Espanya)

**JOSEFA BLASCO MIRA**

**LILYAN VEGA RAMÍREZ**

Departament de Didàctica General i Didàctiques Específiques  
Facultat d'Educació  
Universitat d'Alacant (Espanya)

**SANTIAGO MENGUAL ANDRÉS**

Departament d'Educació Comparada i Història de l'Educació  
Facultat de Filosofia i Ciències de l'Educació  
Universitat de València (Espanya)

**EMILIO YANGÜEZ LUQUE**

Institut Haygón (Sant Vicent del Raspeig - Espanya)

**Autora per a la correspondència**

Núria Caus Pertegaz  
[nuria.caus@ua.es](mailto:nuria.caus@ua.es)

## Resum

L'objectiu del present estudi va ser establir el procediment d'actuació del professorat davant la detecció d'una necessitat educativa específica en l'àrea d'educació física. Per a això es va dissenyar una investigació basada en el mètode Delphi, concretament de tres rondes, en el qual van intervenir un primer grup de 5 docents universitaris amb un elevat grau de coneixement teòric sobre la inclusió d'alumnat amb discapacitat en l'àrea d'educació física, i un segon grup d'11 docents amb experiència pràctica en l'àrea d'Educació Física i amb alumnat amb discapacitat a l'aula. Les seves aportacions van permetre concloure l'estudi amb el disseny definitiu del Procediment d'actuació davant la inclusió d'alumnat amb discapacitat en l'àrea d'educació física (PAIADEF).

**Paraules clau:** educació física, discapacitat, inclusió, mètode Delphi

## Abstract

*Process Performance facing the Inclusion of Students with Disabilities in the Area of Physical Education (PAIADEF)*

*The aim of this study was to establish the action procedure for teachers when faced with a specific educational need in the area of physical education. We designed an investigation based on the Delphi method of three rounds. The first group of participants included five university professors with a high degree of theoretical knowledge about the inclusion of students with disabilities in the area of physical education. The second group consisted of 11 teachers with practical experience in the area of physical education and students with disabilities in the classroom. Their contributions helped conclude the study with a final design of the Action Procedure facing the Inclusion of students with disabilities in the area of Physical Education (PAIADEF).*

**Keywords:** physical education, disability, inclusion, Delphi method

\* Estudi finançat per la FUNDACIÓN ESTUDIO.



## Introducció

L'educació inclusiva té a veure amb el procés d'incrementar i mantenir la participació de totes les persones en el seu entorn, escola o comunitat de manera simultània procurant disminuir i eliminar tot tipus d'aspectes que condueixin a l'exclusió (Barton, 2009).

La inclusió d'alumnat amb discapacitat a l'aula està determinada per la dependència multifactorial de les decisions que ha de prendre el docent i pel fet de ser l'ensenyament un camp d'acció en què cal tenir presents les característiques del context i del sistema educatiu (Echeita, 2011).

Vlachou, Didaskalou i Voudouri (2009) ens assenyalen que els problemes sorgeixen per causes com la mediocre implementació destinada a la inclusió; la falta d'estratègies inclusives del professorat i la institució educativa i, sobretot, la falta d'informació i transmissió de la informació de les adaptacions que fa el professorat.

És necessari escurçar la distància entre els valors i principis declarats a favor de la inclusió educativa i la realitat quotidiana d'allò que el procés significa per a les persones amb discapacitat, el professorat, l'alumnat en general, en definitiva, per a la comunitat de què formen part (Echeita, 2011).

Amb aquest fi, es va plantejar com a objectiu principal dissenyar una eina útil per al professorat d'educació física que faciliti la feina de programació i transmissió del treball fet amb l'alumnat amb discapacitat i, per tant, possibiliti l'accés i el flux de la informació.

## Material i mètodes

El mètode Delphi és un procediment estructurat per a la consecució d'informació i l'establiment de consens dels experts, àmpliament acceptat en les

ciències de l'educació i utilitzat recentment en nombroses investigacions per a la construcció d'instruments d'avaluació (Rice, 2009; Ortega, 2008). Possibilita l'obtenció d'informació de grups de diferents localitzacions geogràfiques, promou la lliure opinió i es concep com un mètode d'estructuració del procés de comunicació grupal efectiu a l'hora de tractar un tema complex per part d'un panell d'experts (Landeta, 2006).

El present estudi va utilitzar una mostra no probabilitística de 20 subjectes (jutges experts), dels quals 15 van finalitzar el procés. La mostra va ser intencionada a fi que representés el coneixement teòric i pràctic de l'objecte d'estudi.

### Selecció del panell d'experts

El grup d'experts es va conformar per dos grups A i B. La capacitat predictiva del grup A es va basar en el grau de coneixement teòric sobre la inclusió d'alumnat amb discapacitat en l'àrea d'educació física. En el grup B, el criteri va ser la seva experiència pràctica com a docents d'educació física en general i com a docents amb alumnat amb discapacitat a l'aula de forma particular.

#### Característiques del grup A. Experts especialistes

El grup coordinador va proposar inicialment 8 persones, de les quals 5 van concloure totes les fases de l'estudi. El perfil del panell d'experts especialistes que van concloure el procés es mostra a la taula 1.

#### Característiques del grup B. Experts afectats o experts pràctics

El grup de pràctics el van formar 12 docents, dels quals van concloure 11.

| Expert especialista | Grau acadèmic | Anys de docència universitària | Àrea de coneixements | Coneixement de les NE de l'alumnat en EF | Coneixement de les NE del professorat d'EF en matèria d'inclusió |
|---------------------|---------------|--------------------------------|----------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Especialista 1      | Doctor        | 18                             | AFA                  | Alt                                      | Alt                                                              |
| Especialista 2      | Doctor        | 11                             | AFA                  | Alt                                      | Alt                                                              |
| Especialista 3      | Doctor        | 8                              | AFA                  | Alt                                      | Alt                                                              |
| Especialista 4      | Doctor        | 5                              | Didàctica            | Mitjà                                    | Mitjà                                                            |
| Especialista 5      | Doctor        | 20                             | Didàctica            | Alt                                      | Mitjà                                                            |

AFA: activitat física adaptada; EF: educació física; NE: necessitats educatives.

### Taula 1

Perfil dels experts especialistes

| Expert pràctic | Grau acadèmic | Nivell en què imparteix docència | Anys de docència | Coneixement NE de l'alumnat EF | Coneixement de les NE del professorat d'EF en matèria d'inclusió |
|----------------|---------------|----------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Afectat 1      | Llic. EF      | Secundària                       | 18               | Alt                            | Alt                                                              |
| Afectat 2      | Mestre en EF  | Primària                         | 15               | Alt                            | Alt                                                              |
| Afectat 3      | Doctora en EF | Primària/Secundària              | 9                | Mitjà                          | Mitjà                                                            |
| Afectat 4      | Llic. EF      | Primària                         | 10               | Mitjà                          | Baix                                                             |
| Afectat 5      | Llicenciat    | Secundària                       | 21               | Baix                           | Baix                                                             |
| Afectat 6      | Llic. EF      | Secundària                       | 21               | Mitjà                          | Baix                                                             |
| Afectat 7      | Mestre en EF  | Secundària                       | 17               | Baix                           | Baix                                                             |
| Afectat 8      | Llic. EF      | Secundària                       | 11               | Mitjà                          | Mitjà                                                            |
| Afectat 9      | Llic. EF      | Secundària                       | 13               | Mitjà                          | Baix                                                             |
| Afectat 10     | Llic. EF      | Secundària                       | 5                | Mitjà                          | Baix                                                             |
| Afectat 11     | Mestre en EF  | Primària                         | 12               | Mitjà                          | Mitjà                                                            |

Llic.: llicenciat; EF: educació física; NE: necessitats educatives.

## Taula 2

Perfil dels experts pràctics

## Procediment

El grup coordinador va contactar amb cada expert a qui explicava el propòsit de l'estudi i li preguntava la seva disposició a participar. Després es va remetre un document en què es reiterava l'objectiu, junt amb una explicació del procés Delphi i la primera ronda del qüestionari. El contacte es va fer per correu electrònic exceptuant aquells casos en què la localització geogràfica permetia un contacte directe.

La dinàmica a seguir en el procés Delphi va ser la proposada per Landeta (1999). Amb referència a la finalització del procés, s'ha de tenir present que en aquesta investigació els temes de l'enquesta van ser obtinguts a través d'una extensa recerca bibliogràfica i de la realització d'un grup de discussió. Les categories resultants van permetre la confecció de la primera versió del Procediment d'actuació davant la inclusió d'alumnat amb discapacitat en l'àrea d'Educació Física (PAIADEF).

Per aquest motiu, i davant el risc de perdre mostra per la seva diferent localització geogràfica, el grup coor-

dinador va determinar la necessitat de cobrir tres rondes per donar per finalitzat el procés d'obtenció i transmissió de la informació.

## Primera ronda del Qüestionari Delphi

El document tramès en la primera ronda constava de dues parts: (A) sol·licitud d'informació sociodemogràfica als participants; (B) PAIADEF-I, estructurat com un qüestionari de resposta dicotòmica. En cada qüestió es va animar els participants a aportar les seves pròpies realitats tractant de demanar una informació qualitativa que complementés la quantitativa.

El PAIADEF-I estava format per dos grans apartats: Cerca d'informació i Programació didàctica.

L'apartat 1, *Cerca d'informació*, recolzava en la presentació de dues situacions pràctiques, casos A i B, per dirigir el professorat (vegeu fig. 1).

El segon apartat del PAIADEF, denominat *Programació didàctica*, tractava de guiar el professorat en la

### APARTAT 1. CERCA D'INFORMACIÓ

Cas A. Alumnat ja escolaritzat al centre i que presenta necessitats educatives (NE) en educació física.

Cas B. Alumnat nou al centre o en el qual per primera vegada es detecten NE en educació física; o alumnat del cas A del qual no s'ha localitzat la informació o aquesta ha de ser actualitzada.

- Informe general de salut
- Informe d'activitats de la vida diària (AVD)
- Informe de comunicació
- Informe de socialització

**Figura 1**  
Estructura de l'apartat 1. Cerca d'informació

**APARTAT 2. PROGRAMACIÓ DIDÀCTICA**

- Quin tipus d'atenció necessita el teu alumne/a en l'àrea d'Educació Física?
- Quin grau d'atenció necessita el teu alumne/a en l'àrea d'Educació Física?

**Figura 2***Estructura de l'apartat 2. Programació didàctica*

forma de traslladar les necessitats del seu alumnat a la programació d'aula. Amb aquest fi, es van confeccionar dues preguntes a respondre pel docent, recollides a la figura 2.

A l'últim, s'incloïa, dins un subapartat denominat *Recomanacions*, les aportacions donades pel grup de discussió que abordaven aspectes referits a l'organització del centre.

En aquesta primera ronda només es va remetre el document als experts especialistes, a fi de recollir la seva opinió sobre la idoneïtat de l'instrument, de manera prèvia a la consulta al grup d'experts pràctics.

**Segona ronda del Qüestionari Delphi**

Obtinguda la primera informació del panell d'especialistes, es va fer la primera revisió del PAIADEF-I i es va canviar l'escala dicotòmica per una de tipus Likert de cinc punts en què els participants havien de respondre sobre el grau d'adequació de la incorporació de l'ítem en qüestió en el procediment. A més a més, en cada ítem se sol·licitava una valoració qualitativa de la seva idoneïtat.

El PAIADEF-II va ser remès a la totalitat del panell d'experts. Als experts pràctics, a més a més, se'ls va sol·licitar la informació sociodemogràfica.

**Tercera ronda del Qüestionari Delphi**

Rebut els qüestionaris de la ronda 2, i atenent als resultats estadístics i qualitatius, es va procedir a confeccionar la versió III del PAIADEF i es va preparar per a la ronda 3. Es van introduir modificacions en la informació inicial amb referència a l'explicació de l'objectiu del qüestionari i consideracions sobre la forma d'emplenar-lo, i se'n va simplificar l'estructura revisant la redacció i presentació dels ítems.

**Anàlisi de dades**

El mètode iteratiu de consulta d'experts requereix la interpretació dels resultats per a la presa de decisions. Amb aquest fi, es van valorar les dades quantitatives i qualitatives extretes dels qüestionaris emprats en les successives rondes (Hung, Altschuld, & Lee, 2008).

D'acord amb Landeta (1999), el tractament estadístic de cada ítem durant les diferents rondes es va fer a través de les mesures de tendència central i índexs de dispersió, utilitzant per a això el paquet estadístic Excel 2007.

**Resultats****Definició de consens**

El grup coordinador va considerar aconseguit el consens en un ítem quan el 80 % de la mostra d'experts donava un valor igual o superior a 3 en l'escala Likert (Ulschak, 1983; Green, 1982). A més de valorar les mesures de tendència central i de dispersió, es va optar per prendre en consideració les observacions qualitatives emeses pels experts a fi de determinar la idoneïtat de l'ítem.

**Anàlisi de les dades  
per a la construcció del PAIADEF a través  
del mètode Delphi**

La ronda 1 pretenia obtenir l'opinió dels experts especialistes sobre la idoneïtat del PAIADEF-I de manera prèvia a la consulta al grup d'experts pràctics. Les aportacions van destacar pel seu interès per millorar la informació a transmetre o la correcció d'aspectes de redacció i nomenclatura més idònia.

De l'anàlisi de les dades aportades pels participants es dedueix un alt grau de valoració de la idoneïtat de l'instrument inicial. No obstant això, el grup coordinador, arran de les aportacions recollides, va considerar necessari: canviar l'escala dicotòmica per una de tipus Likert de 5 punts que valorava l'adequació de les preguntes per a la seva incorporació a l'instrument final; corregir els errors de forma detectats, així com adequar la nomenclatura a les indicacions donades pels experts; i, a l'últim, mantenir en l'instrument les qüestions que havien suscitat dubte i sotmetre-les a valoració pel grup d'experts pràctics.



**Aspectes de forma:**

- Unificar les preguntes donant-los un sentit d'unitat.
- Incorporar un glossari amb els acrònims utilitzats de la nomenclatura específica.

**Aspectes de contingut:**

- Valorar la incorporació de les matisacions referides a les adaptacions curriculars significatives en un annex al document extraient-les del cos d'aquest
- Eliminar l'ítem 1.1 per considerar que el seu contingut està inclòs en l'ítem 1.0.
- Incorporar una pregunta relativa al format de presentació del PAIADEF-III al docent

**Figura 3**

Canvis proposats pel grup coordinador en la segona ronda

A més a més, es van incorporar a la part final del document dues preguntes que animaven a aportar aspectes que consideraven d'interès.

En la segona ronda, en referència amb l'apartat 1, *Cerca d'informació, cas A*, en general la valoració dels ítems va ser positiva ( $M = 4,38$ ;  $Mdn = 4,4$ ;  $SD = ,82$ ). En l'estudi de les freqüències un 4 % ( $n = 2$ ) va considerar algun dels ítems "no adequats" o "poc adequats". Un 96 % ( $n = 53$ ) de les puntuacions va atorgar un valor igual o major a 3 ("adequat", "bastant adequat" i "molt adequat"). Per tant, es va aconseguir el nivell de consens.

Amb referència a l'apartat 1, cas B, es va observar una alta valoració dels ítems ( $M = 4,46$ ;  $Mdn = 4,75$ ;  $SD = ,77$ ). També els resultats de l'estudi de les freqüències van reflectir valors positius, ja que el 100 % ( $n = 117$ ) de les puntuacions es van atorgar a una puntuació igual o superior a 3. De l'anàlisi dels 28 ítems corresponents a aquest cas B, el 100 % d'aquests van ser acceptats per complir els criteris de consens específics.

Pel que fa a l'apartat 2, *Programació didàctica*, l'anàlisi de la valoració global va denotar un consens elevat ( $M = 4,33$ ,  $Mdn = 4,78$  i  $SD = ,97$ ). En aquest cas, l'estudi de les freqüències va indicar valors positius en general, però negatius en alguns dels casos. Globalment, un 5,55 % ( $n = 11$ ) de les puntuacions van valorar els ítems plantejats amb 1 o 2, és a dir "no adequats" o "poc adequats". I un 94,44 % ( $n = 187$ ) de les puntuacions van ser igual o superior a 3.

De l'anàlisi dels 18 ítems corresponents a l'apartat 2, *Programació didàctica*, 14 van ser acceptats. No obstant això, els referits a adaptacions curriculars no van poder acceptar-se perquè no s'aconseguí el consens.

Complementant les dades quantitatives, es van prendre les opinions dels experts pràctics. Aquestes presentaven un marcat matis pràctic derivat de l'experiència docent. En general referien la necessitat de revisar els aspectes de forma, a més d'apuntar i deixar veure les diferències de tracte de l'assignatura als centres.

Davant els resultats quantitius i qualitatius, el grup coordinador va considerar necessari fer els canvis recollits a la *figura 3* abans de sotmetre-ho a la tercera i última ronda de valoració.

A l'últim, en la ronda 3, arran de l'anàlisi dels resultats es va considerar aconseguit un nivell alt de consens. Les dades recollides de l'aportació dels experts presentaven alguns problemes d'interpretació derivats del fet que tres experts especialistes van donar com a vàlid l'instrument aportant només algunes matisacions qualitatives.

Quant a l'apartat 1, *Cerca d'informació, cas A*, es va aconseguir el consens en considerar, més del 80 % dels experts, l'adequació dels ítems per a la seva incorporació al document guia per al professorat d'educació física.

Amb referència al cas B del mateix apartat anterior, es va considerar aconseguit el consens en cada ítem atès que el 100 % de les respostes dels experts van valorar com a adequada o molt adequada la incorporació dels ítems proposats en el PAIADEF-III. En la mateixa situació es van trobar els ítems referits a l'apartat 2, *Programació didàctica* (vegeu *taula 3*).

Arran dels resultats, el grup coordinador va considerar aconseguit el consens sobre la idoneïtat de cadascun dels ítems per a la seva incorporació al Procediment d'actuació davant la inclusió d'alumnat amb discapacitat en l'àrea d'educació física (PAIADEF).

| ÍTEM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | GC (%) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>APARTAT 1. CERCA D'INFORMACIÓ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |
| <b>A1.</b> Revisar l'apartat d'atenció a la diversitat de la programació del curs anterior.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 100    |
| <b>A2.</b> Acudir a l'expedient de l'alumne/a en cerca d'informació rellevant per a l'àrea d'educació física (per ex. informe mèdic, adaptacions fetes, etc.).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 100    |
| <b>A3.</b> Acudir al departament d'orientació o SPES en cerca d'informació general i específica per a l'àrea d'educació física.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 91     |
| <b>A4.</b> Reunir-se amb els diferents professionals (educador, fisioterapeuta, logopeda, etc.) que atenen el discent. En cas d'estar atès per professionals externs (per ex. CRE ONCE), sol·licitar informació al professional de suport d'educació física.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 100    |
| <b>A5.</b> Sol·licitar la PGA i la memòria del curs anterior.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 91     |
| <b>B1.</b> ¿L'alumne/a presenta una disfunció que significa la modificació de continguts respecte al grup o la necessitat d'unes consideracions específiques per a la pràctica d'activitat física? NO (passa a la pregunta següent); SÍ (sol·licita la informació següent):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Informe mèdic, amb contraindicacions o sense, per a la pràctica d'activitat física. En cas d'indicar contraindicacions, aquestes haurien de ser específiques del tipus d'activitat.</li> <li>Informe del fisioterapeuta escolar (si se'n disposa) i acord de les necessitats de material per a la realització d'activitat física (cadires de rodes, canaletes, etc.); normes de seguretat; actitud postural, etc.</li> </ul> | 100    |
| <b>B2.</b> ¿L'alumne/a ha d'assistir a fisioteràpia escolar? NO; SÍ (sol·licita una reunió amb el fisioterapeuta a fi de:)<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Consensuar la línia de treball a desenvolupar en cada àrea de manera que es pugui establir un treball conjunt de l'àrea motora.</li> <li>Recordar la necessitat de NO suplantar l'assignatura d'educació física per fisioteràpia.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 91     |
| <b>B3.</b> ¿L'alumne/a pren medicació de forma regular? NO (passa a la següent pregunta); SÍ (necessites conèixer els aspectes següents):<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Tipus de medicació i la seva latència.</li> <li>Efectes secundaris de la medicació i la seva incidència en l'àrea motriu i de relació social.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 100    |
| <b>B4.</b> ¿L'alumne/a pot presentar episodis esporàdics (ex. epilèpsia, diabetis) que requereixin del subministrament de medicació per part del personal del centre? NO (passa a la pregunta següent); SÍ:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Establir un protocol d'actuació, consensuat amb la família, que respongui a: qui, com i quan subministrar la medicació a l'alumne/a; i a qui informar en cas de produir-se una crisi. L'acord ha de constar per escrit signat per la família.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                     | 100    |
| <b>B6.</b> ¿L'alumne/a necessita ajuda en les AVD? NO (passa a la pregunta següent); SÍ (sol·licita una reunió amb l'educador i/o la família a fi de:)<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Consensuar amb la família, l'educador i l'alumne/a la pauta de funcionament en l'àrea d'educació física atenent a les particularitats d'aquesta (per ex. canvi de roba en acabar la sessió).</li> <li>Establir els suports (professionals o d'alumnat) per a l'autonomia personal durant la sessió d'educació física.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                  | 100    |
| <b>B7.</b> ¿L'alumne/a necessita suport en l'orientació espacial a les instal·lacions de l'àrea d'educació física (per ex., alumne amb ceguesa)? NO (passa a la pregunta següent); SÍ (sol·licita una reunió amb el professional de suport i/o la família a fi de:)<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Consensuar amb la família, l'alumne/a i el professional de suport la forma de crear les referències d'orientació per a l'alumne/a i la pauta d'adequació de la instal·lació (per ex. pla de situació).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    | 100    |
| <b>B8.</b> ¿L'alumne/a presenta necessitats en la comunicació? NO (passa a la pregunta següent); SÍ (sol·licita una reunió amb el Departament d'Orientació o Gabinet Psicopedagògic, família, alumne/a, i aborda-hi:)<br><ul style="list-style-type: none"> <li>El sistema de comunicació que emprà l'alumne/a (informació, formació, ús).</li> <li>L'establiment amb l'alumne/a de la forma de comunicar-se amb ell durant el desenvolupament de les sessions d'educació física.</li> <li>L'establiment amb l'alumne/a de la forma de transmetre-li els documents escrits referits a l'àrea.</li> </ul>                                                                                                                                           | 100    |
| <b>B9.</b> ¿És necessari que el grup classe conegui les característiques de comunicació de l'alumne/a? NO (passa a la pregunta següent); SÍ (sol·licita una reunió amb la tutora i acorda una tutoria amb el grup classe per:)<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Informar i consensuar amb el grup la forma de comunicar-se en l'àrea d'educació física atenent a la casuística de les diferents instal·lacions i activitats.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 100    |
| <b>B10.</b> ¿L'alumne/a presenta una patologia conductual que interfereix en la forma de relacionar-se? NO (passa a la pregunta següent); SÍ (sol·licita una reunió amb el Departament d'Orientació o Gabinet Psicopedagògic, família, alumne/a, a fi de:)<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Sol·licitar informació sobre com afrontar els comportaments disruptius que pot presentar l'alumne/a.</li> <li>Pactar amb l'alumne/a i la seva família la forma de procedir en l'àrea d'educació física. Adoptar com a normes de classe aquells aspectes generals a considerar de manera específica per a l'alumne/a (per ex. normes de funcionament).</li> </ul>                                                                              | 100    |

**Taula 3**

Resultats de la tercera ronda de l'estudi Delphi: ítems i percentatge de grau de consens (GC)

| ÍTEM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | GC (%) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>APARTAT 2. PROGRAMACIÓ DIDÀCTICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
| <b>1.</b> Quin tipus d'atenció necessita el teu alumne/a en l'àrea d'educació física?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 100    |
| <b>2.</b> Quin grau d'atenció necessita el teu alumne/a en l'àrea d'educació física?<br>• Adaptació curricular individual significativa (ACIS).<br>• Adaptació d'accés.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 100    |
| <b>ACIS</b><br>Si has escollit ACIS, has de recordar que:<br>• L'ACIS és una mesura extraordinària que només s'aplica a l'alumnat amb necessitats educatives especials (NEE) quan es conclouï que no són suficients les altres mesures ordinàries previstes.<br>• La decisió que un alumne/a continuï el seu ensenyament amb ACIS només s'adopta després de determinar que presenta unes NEE, permanents o temporals, per mitjà de l'avaluació psicopedagògica i a proposta del professorat.<br>• Es considera l'ACIS quan la distància entre el currículum ordinari del grup classe i l'adaptat per a aquest alumne/a sigui com a mínim d'un cicle.<br>• S'adopta en el primer curs de cada cicle, encara que és possible proposar-la a partir del segon curs però només amb la durada d'aquest curs.<br>• Hi ha un document específic per crear una ACIS i un procediment per a la seva determinació. Contacta amb el Departament d'Orientació o Gabinet Psicopedagògic per a més informació. | 100    |
| <b>Accés</b><br>Si has escollit adaptació d'accés, has de recordar que:<br>• Es produeix quan les NEE de l'alumnat deriven de condicions personals de discapacitat motora, sensorial o psíquica que li impedeixen la utilització dels mitjans ordinaris d'accés al sistema educatiu.<br>• Consisteix en la dotació extraordinària de recursos tècnics o materials o en la intervenció de professionals especialitzats (audició i llenguatge, fisioterapeuta, educador d'educació especial, etc.) que li possibiliti accedir a l'aprenentatge.<br>• Per a més informació, consulta l'Ordre de 18 de juny de 1999, de la Conselleria de Cultura, Educació i Ciència (DOCV núm. 3527, de 29.6.1999).<br>• Hi ha un document específic per crear una adaptació d'accés i un procediment per a la seva determinació. Contacta amb el Departament d'Orientació o Gabinet Psicopedagògic per a més informació.                                                                                         | 100    |
| <b>Recorda</b><br>• Incorporar totes les teves actuacions a l'expedient de l'alumne/a.<br>• No hi ha l'exempció completa de l'assignatura.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 100    |
| <b>Recomanació 1</b><br>REUNIÓ INICIAL. Reunió interdisciplinària d'inici de curs per grup classe. En aquesta intervenen tots els professionals implicats en l'atenció a l'alumne/a amb NEE.<br>Objectiu: Informar de les NEE i concloure una acció conjunta. Les conclusions s'afegiran als documents corresponents i es tindran en compte en l'elaboració de la programació d'aula.<br><br>REUNIÓ D'AVALUACIÓ 0. Reunió de l'equip d'avaluació en què es proposen els casos d'atenció educativa especial del grup.<br>Objectiu: donar a conèixer l'alumnat amb NEE detectat en l'àrea d'educació física i les possibles actuacions per dur a terme.<br><br>REUNIONS D'ACCIÓ. Reunió de l'equip d'avaluació i professionals de suport.<br>Objectiu: atendre els problemes puntuals que puguin sorgir referits a l'alumne/a amb NEE i en els quals és necessària una actuació interdisciplinària.                                                                                               | 100    |
| <b>Recomanació 2</b><br>PROGRAMA DE SENSIBILITZACIÓ. Actuacions que es duen a terme amb el grup classe, professorat, alumnat en general. S'hi donen a conèixer les particularitats d'un col·lectiu o alumne/a. Permeten, a través del coneixement, una ruptura de les barreres socials.<br>Nivells d'actuació: tutoria, cicle en què cursa l'alumne/a; alumnat en general, professorat de l'alumne/a, professorat en general, la comunitat escolar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 100    |

**Taula 3** (Continuació)

Resultats de la tercera ronda de l'estudi Delphi: ítems i percentatge de grau de consens (GC)



## Discussió i conclusions

L'atenció a l'alumnat amb capacitats diferents és una realitat en l'àrea d'educació física. Diversos estudis han demostrat la necessitat de repensar l'escola i anar un pas més enllà per avançar en pro de la inclusió i d'un ensenyament de qualitat que compregui a tothom (Echeita, 2011; Puigdemívol, 2009).

La present investigació tenia com a objectiu crear un instrument que permetés guiar la feina docent en la fase de programació de l'atenció a l'alumnat amb discapacitat en l'àrea d'educació física. Amb aquest fi es van sotmetre a la valoració d'experts els ítems extrets de la discussió d'un grup de professionals implicats en l'àrea en qüestió.

Utilitzant la tècnica Delphi, es va aconseguir un ampli consens en l'estructura i els ítems que van conformar el procediment d'actuació davant la inclusió d'alumnat amb discapacitat en l'àrea d'educació física (PAIADEF).

L'estructura de l'instrument inicial va ser considerada idònia pel panell d'experts, de tal manera que després de la tercera ronda es va aconseguir un consens superior al 91 % en cadascun dels ítems que formen el PAIADEF.

El PAIADEF reflecteix la interdependència i dinamisme que han de tenir els components educatius en el tractament de la diversitat. A més a més, com ens indica Echeita (2011), centra l'atenció en els aspectes relatius a l'organització i el funcionament escolar com a inhibidors o facilitadors de la participació de l'alumnat amb discapacitat.

La disposició de la informació necessària per afrontar la programació de les respostes a les necessitats de l'alumnat amb capacitats diferents és considerada un element essencial en els manuals d'atenció a la diversitat consultats (Mendoza, 2009; Rios, 2003).

### Apartat 1. Cerca d'informació

El 80 % dels experts va considerar que el cas A d'aquest apartat i els diferents passos que ha de seguir el docent eren adequats per a la seva incorporació al PAIADEF. En aquest es recollien els diferents estaments i documents oficials del centre on s'havien de recollir les necessitats de l'alumnat i l'atenció portada a terme.

De la mateixa manera, el 100 % dels panelistes van apreciar que el cas B i les seves diferents qües-

tions eren idonis. Aquesta part del document es va estructurar finalment a través de quatre blocs inicials: informe general de salut; informe de l'àrea d'autonomia personal; informe de comunicació; i informe de socialització. Les àrees considerades permeten una cerca de la informació veient la persona de manera integral.

### Apartat 2. Programació didàctica

El 100 % de la mostra va considerar adequats els ítems. En aquest apartat es fusionen les particularitats dels continguts i les tasques didàctiques de l'assignatura amb les característiques de l'alumnat. El guiatge mitjançant preguntes permet orientar el docent en funció del grau de necessitats del seu alumnat.

D'altra banda, amb referència a les *Recomanacions*, el consens obtingut des de la primera ronda va fer que s'incorporés una proposta d'actuacions que centren l'atenció en el treball interdisciplinari per a l'atenció a la diversitat.

Segons els resultats, concloem que el PAIADEF es mostra com un instrument adequat per a la guia del professorat en el procés d'atenció a l'alumnat amb discapacitat en l'àrea d'educació física. No obstant això, la grandària de la mostra i la seva localització geogràfica permet apuntar la necessitat de validar-ho en una futura fase d'investigació.

D'altra banda, amb referència al format de presentació del PAIADEF davant el docent, els experts van optar per l'ús d'un mitjà digital interactiu.

De la mateixa manera, a fi d'assolir la continuació de l'escurçament de les distàncies entre el que Echeita (2011) denominava valors i principis teòrics de la inclusió educativa i la realitat de les aules, de les aportacions dels experts es deriva la necessitat d'aprofundir en la valoració de les capacitats de l'alumnat i la conversió d'aquestes en necessitats en funció dels continguts i activitats.

## Referències

- Barton, L. (2009). Estudios sobre discapacidad y la búsqueda de la inclusividad. Observaciones. *Revista de Educación* (349), 137-152.
- Echeita, G. (2011). De los derechos a la política. Ámbitos de intervención y procesos de cambio para avanzar hacia una educación de calidad para todos (Máster en integración de personas con discapacidad). Universidad de Salamanca, Salamanca.

- Green, B. F. (1954). Attitude measurement. aA G. Lindzey (Ed.). *Handbook of Social Psychology*, (Vol. I, pàg. 335-369). Reading, MA: Adison-Wesley.
- Hung, H. L., Altschuld, J. W., & Lee, Y. F. (2008). Methodological and conceptual issues confronting a cross-country Delphi study of educational program evaluation. *Evaluations and Program Planning*, 31(2), 191-198. doi:10.1016/j.evalprogplan.2008.02.005
- Landeta, J. (1999). *El método Delphi*. Barcelona: Ariel Practicum.
- Landeta, J. (2006). Current validity of the Delphi method in social sciences. *Technological Forecasting & Social Change*, 73(5), 467-482. doi:10.1016/j.techfore.2005.09.002
- Mendoza, N. (2009). *Propuestas prácticas de educación física inclusiva para la etapa de secundaria*. Madrid: INDE.
- Ortega, F. (2008). El método Delphi, prospectiva en Ciencias Sociales. *Revista EAN* (64), 31-54.
- Puigdemívol, I. (Juny, 2009). La Escuela Inclusiva como marco de referencia. A *I Jornadas Educación Física, Inclusión y Alumnado con Discapacidad*. Barcelona.
- Rice, K. (2009). Priorities in K-12 distance education: A Delphi study examining multiple perspectives on policy, practice, and research. *Educational Technology & Society*, 12(3), 163-177.
- Ríos, M. (2003). *Manual de educación física adaptada al alumnado con discapacidad*. Barcelona: Paidotribo.
- Ulschak, F. L. (1983). *Human resource development: The theory and practice of needs assessment*. Reston, VA: Reston Publishing Company, Inc.
- Vlachou, A., Didaskalou, E., & Voudouri, E. (2009). Adaptaciones en la enseñanza de los maestros de Educación General: repercusiones de las respuestas de inclusión. *Revista de Educación* (349), 179-202.

# Importància de l'autoconcepte físic i l'autoeficàcia general en la predicció de la conducta de pràctica física

*Importance of the Physical Self-concept and the General Self-efficacy in Predicting the Behaviour of Physical Practice*

**RAFAEL E. REIGAL GARRIDO**

Grup Investigació CTS-642, IDAFISAD  
Facultat de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport  
Universidad de Granada (Espanya)

**ANTONIO VIDERA GARCÍA**

Departament de Psicologia Social, Antropologia Social, Treball Social i Serveis Socials  
Facultat de Psicologia  
Universidad de Málaga (Espanya)

**IGNACIO MARTÍN TAMAYO**

Departament de Metodologia de les Ciències del Comportament  
Facultat de Psicologia  
Universidad de Granada (Espanya)

**ROCÍO JUÁREZ RUIZ DE MIER**

Hospital Xanit Internacional (Benalmádena, Málaga - Espanya)

**Autor per a la correspondència**

Rafael E. Reigal Garrido  
[rafareigal@gmail.com](mailto:rafareigal@gmail.com)

## Resum

El propòsit d'aquest treball és examinar la importància que té l'autoconcepte físic i l'autoeficàcia general en la predicció de la conducta de pràctica física en una mostra d'adolescents. El nombre de participants és de 1.588, pertanyents a la ciutat de Màlaga (Espanya), amb edats compreses entre 14 i 16 anys ( $M = 15,11$ ;  $DT = 0,78$ ). Es tracta d'un estudi transversal en què s'usa l'enquesta per obtenir les dades. A més de recollir informació sobre l'activitat físicoesportiva feta i el sexe, s'han utilitzat diversos instruments per mesurar els constructes objecte d'estudi, com el *Qüestionari d'Autoconcepte Físic* (QAF) i l'*Escala d'Autoeficàcia General* (EAG). Les anàlisis de regressió logística binària efectuades indiquen que ambdós constructes prediuen de manera significativa la conducta de pràctica física per al total de la mostra, tenint en compte que el model inclou les dimensions condició física, habilitat física i força, així com l'autoeficàcia general. No obstant això, quan s'analitza en funció del sexe, la percepció d'eficàcia general queda també exclosa en el cas de les noies.

**Paraules clau:** adolescència, autoconcepte físic, autoeficàcia general, pràctica física

## Abstract

*Importance of the Physical Self-concept and the General Self-efficacy in Predicting the Behaviour of Physical Practice*

The purpose of this paper is to examine the importance of physical self-concept and self-efficacy in predicting the overall behaviour of physical practice in a sample of adolescents. The number of participants is 1588, all of them from Málaga (Spain), aged between 14 and 16 years ( $M = 15.11$ ,  $SD = 0.78$ ). This is a cross-sectional study in which the survey is used to obtain the data. In addition to collecting information on physical activity and sport and gender, different tools were used to measure the constructs under study, such as a physical self-concept Questionnaire (CAF) and the General Self-Efficacy Scale (EAG). The binary logistic regression analysis carried out indicates that both constructs significantly predict the behaviour of physical exercise for the whole sample, given that the model includes dimensions such as fitness, physical ability and strength, and overall self-efficacy. However, when analysed according to gender, the perception of overall effectiveness is also excluded in the case of girls.

**Keywords:** adolescence, physical self-concept, general self-efficacy, physical practice

## Introducció

L'increment dels automatismes i el canvi de tendències en el temps d'oci han contribuït a augmentar el sedentarisme i els riscos que comporta (Buhring, Oliva, & Bravo, 2009; Niñerola, Capdevila, & Pintanel, 2006). L'adquisició i consolidació d'hàbits de vida és el resultat d'un procés de socialització i motivació, en el qual interaccionen múltiples factors, tan personals com de caràcter extern (Esteve, Musitu, & Lila, 2005; Fernández, Contreras, García & González, 2010). En les últimes dècades, han sorgit diversos models teòrics que intenten explicar les vies mitjançant les quals les persones inicien i mantenen una activitat física, com la teoria de l'atribució (Weiner, 1986), autoeficàcia (Bandura, 1986), autodeterminació (Deci & Ryan, 1985) o metes d'èxit (Nicholls, 1989).

En l'adolescència, un dels elements més importants per a un desenvolupament equilibrat és l'autoconcepte, que està relacionat amb el correcte funcionament personal i social (Esnaola, Goñi & Madariaga, 2008; Garaigordobil & Berruero, 2007). Aquest constructe fa referència al conjunt de percepcions que una persona té de si mateixa, i es genera a partir de l'experiència i les interpretacions que es fan del context ambiental (Esnaola, 2005a). Es considera que l'autoconcepte condiciona la conducta, atès que aquells que se senten més competents actuaran amb major determinació i seguretat davant de diferents tasques (Oñate, 1989; Saura, 1996). En aquesta etapa, quan es té un autoconcepte negatiu es perd el sentit de la identitat pròpia i és més fàcil caure en depressió, drogues o alcohol, i un s'acosta a conductes més saludables quan aquest és positiu (Esnaola, 2005b; Pastor, Balaguer, & García, 2000).

Actualment, el model explicatiu que predomina és aquell que interpreta la seva naturalesa múltiple, i existeix un nivell de rang general i altres de més específics, com el físic (Shavelson, Hubner & Stanton, 1976). Aquest es pot definir com el conjunt de percepcions que tenen els individus de les seves habilitats i aparença física, diferenciant-se, dins d'aquest, altres factors més específics (Esnaola, Rodríguez, & Goñi, 2011; Fox & Corbin, 1989). És de gran importància en l'adolescència i està implicat en la relació amb l'entorn i el rendiment en àmbits tan importants com l'acadèmic, social i esportiu (Guillén & Ramírez, 2011; Slutzky & Simpkins,

2009). En aquesta línia, diversos treballs han posat de manifest que nivells més elevats d'aquest constructe augmenten les probabilitats d'iniciar o mantenir conductes de pràctica física (Esnaola & Revuelta, 2009; Infante & Goñi, 2009).

D'altra banda, la teoria de l'autoeficàcia assenyala que els aspectes cognitius de cada persona són fonamentals en el procés de determinació de la seva conducta. L'autoeficàcia es pot definir com els judicis que té cada individu sobre les seves pròpies competències, considerant-los fonamentals en l'organització i execució de les seves actuacions. Es construeix a través d'un complex procés en què influeixen aspectes com l'èxit previ, l'experiència vicària, la persuasió verbal o els estats fisiològics (Bandura, 1986; Weinberg & Stockham, 2000). Incideix en la motivació de les persones davant una acció determinada, de manera que una percepció d'eficàcia més elevada augmentarà l'esforç i persistència amb què s'afronta. D'altra banda, una percepció pobra disminuirà les possibilitats d'emprendre una tasca i se cessarà en l'interès si aquesta es considera difícil (Bandura, 1997).

Encara que l'autoeficàcia s'ha valorat en nombroses ocasions de manera específica, diversos autors defensen l'ús d'una mesura més general per valorar el sentiment d'eficàcia en un conjunt ampli de situacions (Luszczynska, Scholz, & Schwarzer, 2005; Schwarzer, 1992; Schwarzer & Jerusalem, 1995). Això es basa en el fet que una persona té la capacitat per transferir sentiments negatius o positius d'eficàcia a un ampli espectre de tasques. D'aquesta manera, independentment de la percepció específica davant un problema, hi ha una sensació d'eficàcia general que impregna una gran part de les seves actuacions (Sanjuán, Pérez & Bermúdez, 2000). En tot cas, encara que ambdues concepcions difereixin en el grau de generalitat, coincideixen en la seva importància com a determinants d'adaptacions davant de nous esdeveniments (Martín et al., 2002).

Són diversos els estudis i teories que analitzen la relació de l'autoeficàcia amb les conductes vinculades a la salut. Un dels arguments sobre els quals es basa és que si una persona se sent capaç d'emprendre un hàbit saludable tindrà una major probabilitat d'iniciar-lo. De la mateixa manera, a mesura que un individu va observant que és eficaç per emprendre una tasca, la seguretat per seguir mantenint-la es reforçarà (Landeró & González,



2003; Ruiz, Berrocal, López, & Rivas, 2003). En concret, la pràctica d'activitat física és un dels hàbits que s'ha estudiat en relació amb l'autoeficàcia, i s'han obtingut dades que indiquen l'existència de nivells més elevats d'autoeficàcia en aquelles persones que fan regularment activitat física (Olivari & Urra, 2007; Ortega, 2005).

En funció de les evidències existents en la bibliografia consultada, aquest estudi pretén determinar la relació entre les percepcions d'autoconcepte físic i autoeficàcia general amb la conducta de pràctica física. La hipòtesi d'aquesta investigació assenyala que l'autoconcepte físic i la percepció d'eficàcia general prediuen la conducta de pràctica física en la mostra estudiada.

## Mètode

### Participants

Els participants d'aquest estudi són 1.588 adolescents de la ciutat de Màlaga (Espanya): el 47,36 % són nois ( $n = 752$ ) i el 52,64 % noies ( $n = 836$ ), amb edats compreses entre 14 i 16 anys ( $M = 15,11$ ;  $DT = 0,78$ ). De la mostra total, el 59,76 % practica activitat física regularment ( $n = 949$ ), així com el 78,46 % dels nois ( $n = 590$ ) i el 42,96 % de les noies ( $n = 359$ ). La mostra ha estat seleccionada mitjançant un procés aleatori per conglomerats, polietàpic estratificat (Ramos, Catena, & Trujillo, 2004). Les unitats de primera etapa són els centres escolars, les de segona etapa les aules, i les de tercera etapa els alumnes.

### Instruments

a) *Qüestionari Sociodemogràfic*. S'han inclòs diversos ítems amb qüestions relatives al sexe, l'edat i la pràctica física feta, per situar la mostra objecte d'estudi.

b) *Qüestionari d'Autoconcepte Físic* (QAF) (Goñi, Ruiz de Azúa, & Rodríguez, 2006). Es divideix en la dimensions següents: habilitat física (HF), condició física (CF), atractiu físic (AF), força (F), incloses dues subescales gràcies a les quals s'obtenen mesures complementàries d'autoconcepte físic general (AFG) i autoconcepte general (AG). Està format per 36 ítems, 20 redactats de manera directa i 16 de manera inversa. Es contesta mitjançant una escala d'1 a 5, en què 1 és un grau de

desacord alt amb l'ítem i 5 un grau molt d'acord. Les anàlisis de fiabilitat (Alfa de Cronbach) originals sobre població adolescent espanyola indiquen valors que oscil·len entre 0,79 i 0,88, i en aquest treball estan entre 0,71 i 0,82.

c) *Escala d'Autoeficàcia General* (AEG) de Schwarzer i Jerusalem (1995), en la versió en castellà de Baessler i Schwarzer (1996). Formada per 10 ítems, mesura el sentiment estable de competència per manejar diverses situacions. Ha estat utilitzada amb població espanyola en diverses ocasions, i són adequades les seves propietats psicomètriques (Martín et al., 2002; Sanjuán et al., 2000). Es respon mitjançant una escala d'1 a 4, on 1 és un grau de desacord alt amb l'ítem i 4 un grau molt d'acord. En l'estudi fet per Sanjuán et al. (2000) s'obté una consistència interna de 0,87 (Alfa de Cronbach), i per a aquest treball és de 0,82.

### Procediment

S'ha emprat una metodologia correlacional de tipus transversal, utilitzant l'enquesta com a eina per a la presa de dades (Ramos et al., 2004; Salkind, 1999). La mostra s'ha obtingut dels centres escolars, sol·licitant consentiment previ als pares i indicant que la participació seria anònima i voluntària. Els qüestionaris són autoadministrables, s'ha estat present i s'han fet les explicacions adequades per resoldre possibles dubtes.

### Anàlisi de les dades

En aquest treball s'han fet anàlisis descriptives i inferencials. Per observar la capacitat de l'autoconcepte físic i l'autoeficàcia general en la predicció de la conducta de pràctica física, s'ha fet una anàlisi de regressió logística binària. Per al tractament informàtic s'ha usat el paquet estadístic SPSS en la seva versió 15.0.

## Resultats

### Anàlisis descriptives

A les taules 1 i 2 es reflecteixen les mitjanes obtingudes pels participants de l'estudi en les diferents mesures de l'autoconcepte i autoeficàcia.

|                            | Mostra total<br>M (DT) | No practica<br>M (DT) | Practica<br>M (DT) |
|----------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------|
| Habilitat física           | 3,48 (0,84)            | 3,09 (0,80)           | 3,75 (0,76)        |
| Condicció física           | 3,29 (0,94)            | 2,79 (0,82)           | 3,62 (0,86)        |
| Atractiu físic             | 3,39 (0,90)            | 3,25 (0,89)           | 3,49 (0,90)        |
| Força                      | 3,05 (0,85)            | 2,68 (0,73)           | 3,30 (0,84)        |
| Autoconcepte físic general | 3,65 (0,88)            | 3,43 (0,87)           | 3,80 (0,85)        |
| Autoconcepte general       | 3,96 (0,74)            | 3,84 (0,73)           | 4,04 (0,72)        |
| Autoeficàcia general       | 2,95 (0,47)            | 2,84 (0,46)           | 3,02 (0,47)        |


**Taula 1**

Estadístics descriptius per a la mostra total i en funció de la pràctica física

|                            | Nois         |              | Noies        |              |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                            | No<br>M (DT) | Sí<br>M (DT) | No<br>M (DT) | Sí<br>M (DT) |
| Habilitat física           | 3,24 (0,78)  | 3,86 (0,71)  | 3,04 (0,81)  | 3,56 (0,81)  |
| Condicció física           | 3,06 (0,83)  | 3,82 (0,80)  | 2,70 (0,79)  | 3,29 (0,87)  |
| Atractiu físic             | 3,23 (0,81)  | 3,61 (0,80)  | 3,26 (0,92)  | 3,30 (1,01)  |
| Força                      | 2,98 (0,73)  | 3,54 (0,77)  | 2,58 (0,70)  | 2,91 (0,80)  |
| Autoconcepte físic general | 3,42 (0,82)  | 3,93 (0,76)  | 3,44 (0,88)  | 3,57 (0,94)  |
| Autoconcepte general       | 3,74 (0,68)  | 4,07 (0,73)  | 3,87 (0,75)  | 3,99 (0,71)  |
| Autoeficàcia general       | 2,80 (0,47)  | 3,06 (0,47)  | 2,86 (0,46)  | 2,97 (0,46)  |


**Taula 2**

Estadístics descriptius en funció de la pràctica física per a nois i noies

## Model de regressió logística

Els valors d'asimetria (entre -0,73 i 0,12) i curtosi (entre -0,77 i 0,68) compleixen amb el criteri de normalitat proposat per Curran, West i Finch (1996). S'ha efectuat una anàlisi de regressió logística (*taula 3*) per determinar la conducta de pràctica física a partir de l'autoconcepte i l'autoeficàcia general. El model, que inclou habilitat física, condició física, força i autoeficàcia general, explica el 30 % de la variància ( $R^2$  Nagelkerke = 0,30), classificant correctament el 71,42 % dels casos, amb un valor en la prova òmnibus significatiu ( $p < 0,001$ ) i en la prova d'Hosmer i Lemeshow no significatiu ( $p > 0,05$ ). Els valors més alts els obtenen les subescales condició física ( $\text{Exp}(B) = 2,02$ ) i força ( $\text{Exp}(B) = 1,64$ ).

Per als nois, el model inclou habilitat física, condició física, força i autoeficàcia general, explicant el 26 % de la variància ( $R^2$  Nagelkerke = 0,26), classificant correctament el 80,19 % dels casos, amb un valor de la prova òmnibus significatiu ( $p < 0,001$ ) i de la prova d'Hosmer

i Lemeshow no significatiu ( $p > 0,05$ ). Els valors més alts els obtenen la condició física ( $\text{Exp}(B) = 1,89$ ) i l'autoeficàcia general ( $\text{Exp}(B) = 1,76$ ).

Per a les noies, el model inclou habilitat física, condició física i força, explicant el 18 % de la variància ( $R^2$  Nagelkerke = 0,20), classificant correctament el 68,27 % dels casos, amb un valor de la prova òmnibus significatiu ( $p < 0,001$ ) i de la prova d'Hosmer i Lemeshow no significatiu ( $p > 0,05$ ). Els valors més alts els obté la subescala condició física ( $\text{Exp}(B) = 1,78$ ).

## Discussió i conclusions

En revisar la bibliografia existent, vinculada amb el fenomen analitzat, es pot observar que els esforços fets pels investigadors per determinar la relació entre la pràctica d'activitat física i els constructes estudiats indiquen que aquesta es produeix de manera bidireccional. D'una banda, tenir percepcions positives de l'autoconcepte i l'eficàcia personal pot afavorir l'accés

| Variable criteri                  | Variables predictores | B     | E.T. | Wald  | Sig.  | Exp(B) |
|-----------------------------------|-----------------------|-------|------|-------|-------|--------|
| Pràctica física<br>(Mostra total) | Habilitat física      | 0,354 | 0,10 | 14,66 | 0,000 | 1,43   |
|                                   | Condicció física      | 0,702 | 0,09 | 68,15 | 0,000 | 2,02   |
|                                   | Força                 | 0,496 | 0,08 | 35,28 | 0,000 | 1,64   |
|                                   | Autoeficàcia general  | 0,284 | 0,13 | 4,57  | 0,033 | 1,33   |
| Pràctica física<br>(Nois)         | Habilitat física      | 0,446 | 0,15 | 8,48  | 0,004 | 1,56   |
|                                   | Condicció física      | 0,637 | 0,14 | 21,87 | 0,000 | 1,89   |
|                                   | Força                 | 0,445 | 0,14 | 9,68  | 0,002 | 1,56   |
|                                   | Autoeficàcia general  | 0,564 | 0,22 | 6,63  | 0,010 | 1,76   |
| Pràctica física<br>(Noies)        | Habilitat física      | 0,362 | 0,12 | 8,82  | 0,003 | 1,44   |
|                                   | Condicció física      | 0,576 | 0,11 | 25,45 | 0,000 | 1,78   |
|                                   | Força                 | 0,228 | 0,11 | 4,13  | 0,042 | 1,26   |


**Taula 3**

Anàlisi de regressió logística (endavant-condicional)

a aquest tipus de tasques. D'una altra, la pràctica regular d'activitat física provoca l'augment en la valoració d'aquestes autoavaluacions (Fox, 2000; Lindgren, Baigi, Apitzsch, & Bergh, 2011; Ortega, 2005). Els resultats obtinguts posen en relleu la relació existent entre les autopercepcions objecte d'estudi i la pràctica regular d'activitat física, la qual cosa es troba d'acord amb els resultats posats en relleu en la bibliografia.

A més a més, altres investigacions i teories han assenyalat que aquestes percepcions poden predir el compromís i, per tant, la continuïtat en moltes de les tasques desenvolupades per l'ésser humà. Per exemple, es considera que, mitjançant l'avaluació de l'autoeficàcia, és possible assenyalar l'esforç que una persona emprarà per dur a terme una acció, així com mantenir-la, encara que hi hagi circumstàncies adverses. Tot això, estant associat amb els patrons de pensament i les reaccions emocionals que s'experimenten (Bandura, 1982; Olaz, 2004). En aquesta línia, i concretant en l'autoconcepte, Moreno, Moreno i Cervelló (2007) han efectuat un estudi sobre una mostra d'adolescents espanyols i han obtingut que l'autoconcepte físic prediu la intenció de continuar sent físicament actiu, i la competència percebuda és el principal predictor.

No obstant això, en aquest treball no es pot vincular l'efecte d'una variable sobre una altra, atès el disseny transversal d'aquest, per la qual cosa cal ser cauts a l'hora de valorar els resultats. En tot cas, són diversos els estudis que han utilitzat aquest mateix disseny en poblacions d'edats similars, i han obtingut resultats semblants tant en el total de la mostra com per sexe. En alguns casos, fins i tot s'ha usat el mateix instrument per a les mesures específiques de l'autoconcepte físic i les més generals (Esnaola & Zulaica, 2009; Goñi, Ruiz de Azúa & Rodríguez, 2004; Infante & Goñi, 2009; Revuelta & Esnaola, 2011). Igualment, altres treballs han assenyalat la relació existent entre l'autoeficàcia, tan específica com general, i la pràctica d'activitat física en l'adolescència (Hernández-Álvarez, Velázquez-Buendía, Martínez-Gorroño, & Garoz-Puerta, 2009; Luszczynska, Gibbons, Piko, & Tekozel, 2004).

Les diverses fonts consultades han demostrat àmpliament que aquest tipus de variables tenen una alta implicació en el comportament dels nens i adolescents en aspectes relacionats amb la salut, i existeixen evidències que mostren la capacitat predictiva que tenen, com per exemple l'autoeficàcia (Klein-Hessling, Lohaus, & Ball, 2005). Es considera que les percepcions generals d'aquest constructe són vàlides per valorar aquestes situacions, i s'empren qüestionaris d'autoeficàcia general

en nombrosos estudis que aborden aquest fenomen (Cid, Orellana, & Barriga, 2010). D'altra banda, l'autoconcepte és un altre dels factors que s'han utilitzat per predir conductes de salut. Per exemple, Moreno, Moreno i Cervelló (2009) van investigar un grup d'adolescents i van observar que les conductes de beure, fumar i practicar activitat física tenien relació i podien ser predites mitjançant la valoració d'autoconcepte físic percebut.

En el present estudi, la condició física, habilitat física i força han estat dimensions de l'autoconcepte físic que han quedat incloses en el model de regressió. No obstant això, i en la línia del que s'ha plantejat en altres estudis, la condició física ha tingut valors lleugerament superiors, i això indica el seu alt valor predictiu (Fox & Corbin, 1989; Sonstroem, Speliotis, & Java, 1992). L'atractiu físic ha quedat exclòs de les anàlisis, coincidint amb altres treballs que assenyalen la poca relació existent entre aquesta percepció i la pràctica d'activitat física (Esnaola, 2005a; Goñi et al., 2004). La percepció d'autoeficàcia general s'ha inclòs en totes les anàlisis, la qual cosa revela la importància d'aquesta percepció en la predicció de la conducta de pràctica física en la mostra d'aquesta investigació, tal com assenyalava el model cognitiu social de pràctica física indicat per Bandura (2004).

Els resultats del model de regressió logística indiquen que l'autoconcepte físic i la percepció d'eficàcia general són variables vàlides per predir la conducta de pràctica física. Com que no es tracta d'un estudi en què es puguin establir relacions causals, és difícil determinar el sentit de les relacions, encara que es posen de manifest les relacions existents entre aquests constructes i la pràctica regular d'activitat física. Això posa en relleu la consideració que cal tenir a aquestes variables quan es vol valorar l'impacte de l'activitat física sobre la salut i quan es projecten programes de promoció de l'activitat física, atesa la implicació d'aquests factors (Olivari & Urrea, 2007).

## Referències

- Baessler, J., & Schwarzer, R. (1996). Evaluación de la Autoeficacia: Adaptación Española de la Escala de Autoeficacia General. *Ansiedad y Estrés*, 2(1), 1-8.
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122-147. doi:10.1037/0003-066X.37.2.122
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of Control*. New York: Freeman.
- Bandura, A. (2004). Health promotion by social cognitive means. *Health Education and Behavior*, 31(2), 143-164. doi:10.1177/1090198104263660
- Buhring, K., Oliva, P., & Bravo, C. (2009). Determinación no

- experimental de la conducta sedentaria en escolares. *Revista Chilena de Nutrición*, 1(36), 23-29.
- Cid, P., Orellana, A., & Barriga, O. (2010). Validación de la escala de autoeficacia general en Chile. *Revista Médica de Chile*, 138(5), 551-557.
- Curran, P. J., West, S. G., & Finch, J. F. (1996). The robustness of the test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods*, 1(1), 16-29. doi:10.1037/1082-989X.1.1.16
- Deci, E., & Ryan, R. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behaviour*. New York: Plenum Press.
- Esnaola, I. (2005a). Autoconcepte físic i satisfacció corporal en dones adolescents, segons el tipus d'esport practicat. *Apunts. Educació Física i Esports* (80), 5-12.
- Esnaola, I. (2005b). Desarrollo del autoconcepto durante la adolescencia y principio de la juventud. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 58(2), 265-277.
- Esnaola, I., Goñi, A., & Madariaga, J. M. (2008). El autoconcepto: perspectivas de investigación. *Revista de Psicodidáctica*, 13(1), 179-194.
- Esnaola, I., Rodríguez, A., & Goñi, E. (2011). Propiedades psicométricas del cuestionario de Autoconcepto AF5. *Anales de Psicología*, 27(1), 109-117.
- Esnaola, I., & Revuelta, L. (2009). Relaciones entre la actividad física, autoconcepto físico, expectativas, valor percibido y dificultad percibida. *Acción Psicológica*, 6(2), 31-43. doi:10.5944/ap.6.2.219
- Esnaola, I., & Zulaika, L. M. (2009). Physical activity and physical self-concept in a sample of middle-aged Basque adults. *Perceptual and Motor Skills*, 108(2), 479-490. doi:10.2466/pms.108.2.479-490
- Esteve, J. V., Musitu, G., & Lila, M. (2005). Autoconcepto físico y motivación deportiva en chicos y chicas adolescentes. La influencia de la familia y los iguales. *Escritos de Psicología* (7), 82-90.
- Fernández, J. G., Contreras, O. R., García, L. M., & González, S. (2010). Autoconcepto físico según la actividad fisicodeportiva realizada y la motivación hacia ésta. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 42(2), 251-263.
- Fox, K. R., & Corbin, C. B. (1989). The physical self-perception profile: Development and preliminary validation. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(4), 408-430.
- Fox, K. R. (2000). The effects of exercise on self-perceptions and self-esteem. En S. J. H. Biddle, K. R. Fox & S. H. Boutcher (Eds.), *Physical activity and psychological well-being* (pàg. 88-118). London: Routledge and Kegan Paul.
- Garaigordobil, M., & Berruero, L. (2007). Autoconcepto en niños y niñas de 5 años: relaciones con inteligencia, madurez neuropsicológica, creatividad, altruismo y empatía. *Infancia y Aprendizaje*, 30(4), 551-564. doi:10.1174/02103700778234337
- Goñi, A., Ruiz de Azúa, S., & Rodríguez, A. (2004). Esport i autoconcepte físic en la preadolescència. *Apunts. Educació Física i Esports* (77), 18-24.
- Goñi, A., Ruiz de Azúa, S., & Rodríguez, A. (2006). *Cuestionario de Autoconcepto Físico (CAF)*. Manual. Madrid: EOS.
- Guillén, F., & Ramírez, M. (2011). Relación entre el autoconcepto y la condición física en alumnos del Tercer Ciclo de Primaria. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(1), 45-59.
- Hernández-Álvarez, J. L., Velázquez-Buendía, R., Martínez-Gorroño, M. E., & Garoz-Puerta, I. (2009). Lifestyle and physical activity in Spanish children and teenagers: The impact of psychosocial and biological factors. *Journal of Applied Biobehavioral Research*, 14(2), 55-69. doi:10.1111/j.1751-9861.2009.00040.x
- Infante, G., & Goñi, E. (2009). Actividad físico-deportiva y autoconcepto físico en la edad adulta. *Revista de Psicodidáctica*, 14(1), 49-61.
- Klein-Hessling, J., Lohaus, A., & Ball, J. (2005). Psychological predictors of health-related behaviour in children. *Psychology, Health & Medicine*, 10(1) 31-43. doi:10.1080/13548500512331315343
- Landero, R., & González, M. T. (2003). Autoeficacia y escolaridad como predictores de la información sobre VIH/SIDA en mujeres. *Revista de Psicología Social*, 18(1), 61-70. doi:10.1174/02134740360521787
- Lindgren, E., Baigi, A., Apitzsch, E., & Bergh, H. (2011). Impact of a six-month empowerment-based exercise intervention programme in non-physically active adolescent Swedish girls. *Health Education Journal*, 70(1), 9-20. doi:10.1177/0017896910379366
- Luszczynska, A., Gibbons, R. X., Piko, B., & Tekozel, M. (2004). Self-regulatory cognitions, social comparison, perceived peers' behaviors as predictors of nutrition and physical activity: A comparison among adolescents in Hungary, Poland, Turkey, and USA. *Psychology and Health*, 19(5), 577-593. doi:10.1080/0887044042000205844
- Luszczynska, A., Scholz, U., & Schwarzer, R. (2005). The general self-efficacy scale: Multicultural validation studies. *The Journal of Psychology*, 139(5), 439-457. doi:10.3200/JRLP.139.5.439-457
- Martín, M., Pastor, M. A., Castejón, J., Lledó, A., López, S., Terol, M. C., & Rodríguez-Marín, J. (2002). Valoración preliminar de la escala de Autoeficacia General en una muestra española. *Revista de Psicología Social Aplicada*, 12(2), 53-65.
- Moreno, J. A., Moreno, R., & Cervelló, E. (2007). El autoconcepto físico como predictor de la intención de ser físicamente activo. *Revista de Psicología y Salud*, 17(2), 261-267.
- Moreno, J. A., Moreno, R., & Cervelló, E. (2009). Relación del autoconcepto físico con las conductas de consumo de alcohol y tabaco en adolescentes. *Adicciones*, 21(2), 147-154.
- Niñerola, J., Capdevila, L., & Pintanel, M. (2006). Barreras percibidas y actividad física: el autoinforme de barreras para la práctica de ejercicio físico. *Revista de Psicología del Deporte*, 15(1), 53-69.
- Nicholls, J. G. (1989). *The Competitive Ethos and Democratic Education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Olaz, F. O. (2004). Aportes del meta-análisis a la teoría de la autoeficacia para el desarrollo de la carrera. *Estudios de Psicología*, 25(1), 57-72. doi:10.1174/021093904773487015
- Olivari, C., & Urrea, E. (2007). Autoeficacia y conductas de salud. *Ciencia y Enfermería*, 13(1), 9-15.
- Oñate, M. P. (1989). *El autoconcepto. Formación, medida e implicaciones en la personalidad*. Madrid: Narcea.
- Ortega, E. (2005). *Autoeficacia y deporte*. Sevilla: Wanceulem.
- Pastor, Y., Balaguer, I., & García, M. L. (2000). Influence of multidimensional self-concept on health related lifestyle. *International Journal of Psychology*, 35(3/4), 169.
- Ramos, M. M., Catena, A., & Trujillo, H. M. (2004). *Manual de métodos y técnicas de investigación en ciencias del comportamiento*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Revuelta, L., & Esnaola, I. (2011). Clima familiar y autoconcepto físico en la adolescencia. *European Journal of Education and Psychology*, 4(1), 19-31.
- Ruiz, V. M., Berrocal, C., López, A. E., & Rivas, T. (2003). Autoeficacia en el control de la conducta de ingesta. Adaptación al castellano de la Eating Self-Efficacy Scale. *Psicothema*, 15(1), 36-40.
- Salkind, N. J. (1999). *Métodos de investigación*. México: Prentice Hall.
- Sanjuán, P., Pérez, A. M., & Bermúdez, J. (2000). Escala de autoeficacia general: datos psicométricos de la adaptación para población española. *Psicothema*, 12(supl. 2), 509-513.
- Saura, P. (1996). *La educación del autoconcepto: cuestiones y propuestas*. Murcia: Servicio de Publicaciones Universidad de Murcia.
- Schwarzer, R. (1992). *Self-Efficacy: Thought Control of Action*. Berlín: Universidad de Berlín.
- Schwarzer, R., & Jerusalem, M. (1995). Generalized Self-Efficacy scale. En J. Weinman, S. Wright & M. Johnston (Eds.), *Measures in health psychology: A user's portfolio. Casual and control beliefs* (pàg. 35-37). Windsor, UK: NFER-Nelson.
- Shavelson, R. J., Hubner, J. J., & Stanton, J. C. (1976). Self-concept: validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46(3), 407-441. doi:10.2307/1170010
- Slutzky, C. B., & Simpkins, S. D. (2009). The link between children's sport participation and self-esteem: Exploring the mediating role of sport self-concept. *Psychology of Sport and Exercise*, 10(3), 381-389. doi:10.1016/j.psychsport.2008.09.006
- Sonström, R. J., Speliotis, E. D., & Fava, J. L. (1992). Perceived physical competence in adults: An examination of the physical self-perception profile. *Journal of Sports and Exercise Psychology*, 14(2), 207-221.
- Weinberg, R. S., & Stockham, J. (2000). The importance of analyzing position-specific self-efficacy. *Journal of Sport Behaviour*, 23(1), 60-69.
- Weiner, B. (1986). *An attribution theory of motivation and emotion*. New York: Springer-Verlag. doi:10.1007/978-1-4612-4948-1



# Valoració de la condició física en el context de l'educació infantil: aplicacions pràctiques

## *Fitness Evaluation in the Context of Early Childhood Education: Practical Applications*

**CARLOS AYÁN PÉREZ**

Facultat de Ciències de l'Educació i l'Esport  
Universidad de Vigo (Espanya)

**Autor per a la correspondència**

Carlos Ayán Pérez  
[cayan@uvigo.es](mailto:cayan@uvigo.es)

### Resum

La valoració de la condició física en població escolar per mitjà de test de camp és un tema àmpliament estudiat en el camp de les ciències de la salut i l'esport. No obstant això, molt poc se sap sobre quin tipus de proves poden ser considerades de major utilitat en el context del segon cicle de l'educació infantil (3-6 anys). Aquesta revisió bibliogràfica tracta d'aportar informació sobre els tests de camp considerats més aconsellables per valorar la condició física en nens i nenes en edat preescolar, basant-se en l'estudi de les seves propietats psicomètriques, facilitat i senzillesa d'aplicació, necessitat de recursos materials i possibilitat de localitzar valors mitjans orientatius que permetin conèixer el nivell de competència de l'avaluat. Els resultats obtinguts apunten que, malgrat que hi ha diferents proves per a cada component de la condició física, són escassos els tests que compleixen tots els requisits anteriorment esmentats.

**Paraules clau:** condició física, educació infantil, fiabilitat, validesa, test

### Abstract

#### *Fitness Evaluation in the Context of Early Childhood Education: Practical Applications*

*The assessment of the physical condition of school population through field tests is a widely studied topic in the field of health sciences and sport. However, very little is known about what kind of evidence can be considered as the most useful one in the context of the second cycle of primary education (3-6 years). This literature review aims to provide information about the field test considered more desirable to assess the physical condition in children in preschool, based on the study of its psychometric properties, ease and simplicity of implementation, need for material resources and chances of locating and guiding values which show the assessed level of competence. The results suggest that, although there are different tests for each component of physical fitness, there are few tests that meet all the above requirements.*

**Keywords:** physical condition, children's education, reliability, validity, test

### Introducció

El sedentarisme ha estat assenyalat com una de les principals causes per la qual els infants en edat preescolar (3-6 anys) comencen a presentar certs problemes de salut, principalment sobrecàrrega i obesitat (Klein et al., 2010). Com a conseqüència d'això, una de les estratègies més encertades que s'han desenvolupat últimament per resoldre aquesta situació ha estat la promoció de la pràctica d'activitat física dins el context de l'educació infantil (Tucker, 2008; Ward, Vaughn, McWilliams, Hales, 2010). A fi de determinar l'efectivitat d'aquestes estratègies, se sol recórrer a la realització de proves de

camp (test) dissenyades per valorar el nivell de condició física, atès que es considera que aquesta guarda una estreta relació amb la quantitat d'activitat física feta en aquestes edats (Hands & Larkin, 2006). És per això que els professionals de l'educació i la salut que desenvolupen la seva feina específicament amb aquest tipus de poblacions haurien de saber identificar quin tipus de tests físics són els més adequats per a aquest propòsit.

En la bibliografia científica es poden trobar diversos estudis que han posat de manifest la utilitat i validesa d'aquest tipus de proves en infants d'educació primària i secundària (Castro-Piñero et al., 2010; Suni

et al., 1996), persones adultes i fins i tot en la tercera edat (Varela, Ayán, & Reixat, 2008). No obstant això, no semblen existir estudis similars sobre l'aplicació d'aquestes proves en el context de l'educació infantil. Sobre això, és important remarcar que si bé s'han publicat tres revisions científiques sobre l'estudi de l'ocupació de diversos tests físics amb aquest tipus de poblacions (Cools, De Martelaer, Samaey, & Andries, 2008; Slater, Hillier, & Civetta, 2010; Wiart & Darrah, 2001), aquestes revisions s'han centrat en la valoració de la competència motriu (determinada principalment per aspectes psicomotrius lligats al grau d'evolució i desenvolupament de l'infant), concepte ben diferent del de la condició física (determinada per expressions de rendiment motor definides com a capacitats físiques: resistència aeròbica, força muscular, flexibilitat, agilitat, equilibri, coordinació i velocitat) (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). És a dir, no hi ha una guia clara de referència sobre quines proves poden ser considerades més apropiades per poder valorar la condició física en infants menors de 6 anys.

L'elecció d'aquest tipus de proves es complica encara més, atès que la seva eficàcia i utilitat mostren una gran dependència de diversos factors, entre els quals destaquen les propietats psicomètriques (principalment validesa i fiabilitat), la facilitat d'administració (determinada per la complexitat del test i per si la seva aplicació i valoració necessiten un ensinistament específic), el cost econòmic (en funció dels recursos materials existents i de la necessitat d'adquirir un manual oficial per a la seva aplicació) i la qualitat de la informació obtinguda (existència de valors normatius d'aplicació i comparació).

Segons aquestes circumstàncies, i atenent als criteris bàsics anteriorment esmentats, aquest treball pretén presentar els tests entesos com a més adequats per valorar els components de la condició física en infants en edat preescolar, a fi que els professionals de l'educació i la salut en puguin fer un ús apropiat en el seu context laboral.

## Proves per a la valoració de la resistència aeròbica

Determinar fins a quin punt els infants en edat preescolar són capaços de suportar o retardar l'aparició de la fatiga mitjançant l'ús d'un test físic és una tasca certament complicada, atès que la motivació i la capacitat de patiment són aspectes fonamentals que

determinen l'èxit en aquest tipus de proves, i que no es troben suficientment desenvolupades en aquestes edats. No obstant això, la resistència aeròbica és un aspecte que ha demostrat ser objectivament avaluable mitjançant proves de laboratori amb infants menors de 6 anys (Van der Cammen-Van Zijp et al., 2010), per la qual cosa l'aplicació de proves de camp sembla factible. Sobre això, la realització de proves de tipus Course-Navette (Léger & Boucher, 1980), en les quals es proposa fer curses d'anada i tornada sobre una distància de 20 m al ritme d'un senyal sonor que incrementa la freqüència a una velocitat de 0,5 km/h, ha estat utilitzada amb infants de 5 anys d'edat amb el propòsit de valorar el seu nivell de resistència (Hands, 2008). No obstant això, aquesta i un altre tipus de proves molt similars, com el *PACER* de la bateria Fitnessgram (Welk, Morrow, & Falls, 2002), exigeixen l'adquisició de recursos materials específics i comporten una certa dificultat de comprensió i d'aplicació per part dels infants més petits. Tant és així que la guia de la Fitnessgram indica que no s'han establert valors normatius d'aquestes proves per a infants menors de 8 anys, atès que el sistema cardiovascular encara està en desenvolupament i consideren que aquesta prova ha de fer-se sense fatiga ni estrès, orientant-la al contrari d'una manera lúdica.

Sobre això, altres autors han aconsellat l'ús de la prova coneguda com *1/2 mile run/walk* a causa dels seus elevats graus de validesa i fiabilitat (Rikli, 1992), consistent a recórrer 800 metres en el mínim temps possible, o fins i tot han proposat la realització d'un *mini-Coopertest*, recollint la distància recorreguda en 6 minuts (Fjørtoft, Pedersen, Sigmundsson, & Vereijken, 2011). Aquest tipus de proves requereixen un ampli espai per a la seva realització i sobre el qual es pugui tenir un total control visual. D'altra banda, el seu resultat depèn en gran manera del grau de familiarització que els infants tinguin amb el que es coneix com a "ritme de cursa", patró de moviment que no està suficientment desenvolupat en infants. Segons aquestes circumstàncies, potser la prova de resistència aeròbica més assequible en el camp de l'educació infantil sigui la coneguda com *3 minutes-shuttle run test*, que no presenta gran part dels problemes anteriorment comentats i que ha demostrat ser un mode útil i eficaç per valorar aquesta capacitat física en infants de 4-5 anys (Oja & Juerimae, 1997). Com a principals inconvenients, destaquen el fet que la seva validesa no ha estat suficientment estudiada i que a penes s'empra en el context educatiu (*taula 1*).

## Proves per a la valoració de la força muscular

El test de camp més recorregut per valorar la força d'una manera objectiva, senzilla i eficaç és la dinamometria, la qual també s'aplica en el context de l'educació infantil (Lee-Valkov, Aaron, Eladounik-dachi, Thornby, & Netscher, 2003). No obstant això, l'infant a aquestes edats presenta diverses manifestacions de la força que poden ser perfectament valorades mitjançant proves més senzilles, econòmiques i igualment efectives, dirigides, a més a més, a diversos grups musculars. D'aquesta manera, es poden distingir alguns tests que proposen situacions en què s'han de fer repetides contraccions musculars fins a la fatiga (força-resistència) i altres que permeten avaluar la capacitat per fer la major quantitat de força en el mínim temps possible (força explosiva).

- **Valoració de la força-resistència.** Dues de les proves més emprades per valorar aquesta manifestació en el membre superior es fan en una barra suspesa a una certa altura, en la qual o bé cal executar una sèrie de repeticions en què l'infant ha de sobrepassar-la situant-la per sota de la barbeta mitjançant successives flexions i extensions de braços (*pull-up test*) (Ergun, Tunay, & Baltaci, 2006) o bé s'ha d'aguantar suspès en la barra el major temps possible (*hanging from a bar test*) (Watanabe, Kajitani, Yamaguchi, & Kaga, 2009). També s'ha de considerar com a útil la prova coneguda com *chair push-up test* (Arnheim & Sinclair, 1975) i que proposa la realització de flexoextensions de braços sobre una cadira estant els peus junts i recolzats sobre el sòl. De totes maneres, atenent a criteris de senzillesa, facilitat d'aplicació i exigència condicional, podria pensar-se que la prova més aconsellable és la coneguda com a *modified push-ups test*, consistent a fer flexions al sòl facilitades (amb genolls recolzats al sòl). Aquesta prova es troba en la segona versió de la bateria de desenvolupament motor *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency* (BOTMPT), actualitzada en el seu moment per millorar les seves propietats psicomètriques en infants de 4 i 5 anys (Bruininks, 2005). No obstant això, aquesta bateria presenta la dificultat que és molt complicat obtenir valors normatius per a una prova en concret en aquest interval d'edat, pel fet que els resultats de la bateria solen informar-se en funció d'una puntuació global i generalment s'aplica a poblacions amb un espectre d'edat més ampli i de les quals se sospita que poden presentar problemes de desenvolupament motor. Tot això implica haver d'adquirir el

manual d'aplicació de la BOTMPT, la qual cosa significa un desembossament econòmic no del tot necessari, si l'objectiu és simplement valorar la condició física. Segons aquestes circumstàncies, sembla que la millor opció és la realització de flexions de braços al sòl que proposa la prova *90° push-up test (Fitnessgram)*, àmpliament estudiada i aplicada a poblacions infantils i que inclou valors mitjans orientatius, de cara a la valoració de la condició física (coneguts com *Fitnessgram Healthy Fitness Zone*), disponibles (California Department of Education, 2012). Per la mateixa raó, per valorar la força-resistència a nivell del tronc, és aconsellable la realització de la prova d'encongiments (abdominals) mitjançant l'aplicació del *curl-up test*, de l'esmentada bateria. Com a factors que cal tenir en compte, convé ressenyar que alguns autors han criticat les propietats psicomètriques de la *Fitnessgram* per haver estat establertes a través de petites mostres seleccionades convenientment (Morrow, James, Martin, & Jackson, 2010), mentre que altres han comprovat que el protocol de la prova *90° push-up test* ha de ser modificat per millorar el nivell d'aquestes (Baumgartner, Oh, Chung, & Hales, 2002). De totes maneres, els successius estudis que es publiquen sobre la validesa i fiabilitat d'aquestes i altres proves d'aquesta bateria no es fan amb infants menors de 6 anys, per la qual cosa no és possible obtenir informació sobre això.

En el cas de la valoració de la força-resistència a nivell de membres inferiors, l'elecció és molt més senzilla, atès que la prova per excel·lència és la realització de salts de manera continuada fins a la fatiga. Així, podria ser d'utilitat la prova *sideways jump*, consistent a fer salts laterals sobre unes planxes de contraplacat, separades per una barra de fusta amb unes dimensions determinades (Kiphard & Shilling, 2007), si no fos per l'especificitat dels recursos materials necessaris per a la seva aplicació. De la mateixa manera, també podria considerar-se d'interès l'ús de la prova *continuous single leg hopping* (The Taipei Nanhai Experimental Kindergarten, 2009), consistent a desplaçar-se al llarg d'una superfície plana fent salts sobre una cama fins a la fatiga. No obstant això, en aquesta prova hi ha una clara influència de la coordinació que en dificulta el desenvolupament, i les propietats psicomètriques de la bateria no han estat informades. Per tot això, la prova *lateral jumping* (Bos, Bappert, Tittlbach, & Woll, 2004), consistent a fer salts laterals fins a la fatiga, sembla l'opció més encertada. Les seves necessitats materials poden ser fàcilment imitades, les seves

propietats psicomètriques han estat analitzades i la bateria s'empra amb bastant assiduïtat per valorar la condició física amb poblacions infantils (Klein et al., 2010). Les característiques de les tres proves, enteses com a més útils per valorar aquesta manifestació de la força, es poden observar en la *taula 1*.

L'elecció de proves que valorin la força explosiva és molt més senzilla, atès que no són gaire nombroses i se cenyeixen a la realització de llançaments (membre superior) i salts (membre inferior). En el primer cas, és comú trobar-se proves com el *throwing distant tennis ball*, (Macau Sport Development, 2003), l'execució del qual pot veure's excessivament afectada per aspectes relatius a la coordinació oculomaneu, derivats de la lleugeresa del mòbil a emprar i a la unilateralitat del llançament. Tant és així que altres autors han desenvolupat bateries de tests en les quals proposen proves similars per a la valoració d'habilitats coordinatives en infants de poca edat (Folio & Fewell, 2000; Ulrich, 2000). Per això, potser la prova més útil és el *medicine ball throw test*, consistent a llançar un baló medicinal, i que ha estat validada en població preescolar (Davis et al., 2008). Encara que aquest test requereix l'adquisició de certs recursos materials, no són excessivament cars i sí fàcils de trobar, si bé la seva validesa ha de ser estudiada en més profunditat.

Pel que fa a la valoració de la força explosiva a nivell del membre inferior, la prova de salt horitzontal, principalment "a dos peus", és sense cap dubte la més emprada amb població en edat preescolar (Arnheim & Sinclair, 1975; Bruininks, 2005; Macau Sport Development, 2002; Tittlbach, Kolb, Woll, & Bös, 2005). En la *taula 1* es recullen les característiques de totes les proves esmentades en aquest apartat.

## Proves per a la valoració de la flexibilitat

El test físic majorment emprat per valorar la flexibilitat a nivell de membres inferiors (musculatura isquiosural), tant amb població adulta (Miñarro, Andújar, García, & Toro, 2007) com amb els infants més petits (Murase & Demura, 2005), és el *sit and reach test* o "prova de flexió de tronc assegut" (Wells & Dillon, 1952). Hi ha diverses variacions fetes a partir d'aquest test, com el *v sit and reach* (President's Council on Physical Fitness and Sports, 1990) o el *back saver sit and reach test*, vàlid per emprar amb infants en edat preescolar (Welk et al., 2002). Sobre

això, el test *back and hamstring stretch* (Arnheim & Sinclair, 1975), d'origen previ i estructura molt similar al *v sit and reach*, pot ser considerat com una opció molt interessant. La seva debilitat rau en el fet que és complicat obtenir valors normatius, atès que el seu ús és poc freqüent i més aviat s'empra en el context de l'educació especial. No obstant això, atenent a criteris de senzillesa d'aplicació i disponibilitat de recursos materials, sembla una molt bona elecció per valorar la flexibilitat en el context de l'educació infantil (*taula 1*).

Pel que concerneix a la valoració de la flexibilitat a nivell del membre superior, aparentment l'única prova que pot ser aplicada és el *shoulder stretch test* (Welk et al., 2002). No obstant això, i malgrat que aquesta prova, coneguda també com *back scratch test* (Rikli & Jones, 2001), és àmpliament emprada amb la tercera edat, no hi ha resultats sobre les seves propietats psicomètriques, la qual cosa en delimita la validesa i fiabilitat (*taula 1*).

## Proves per a la valoració de l'agilitat

Com a capacitat motriu d'aplicació, la valoració de l'agilitat implica fer proves que combinin les diverses manifestacions de moviment que hi influeixen, principalment velocitat, equilibri i coordinació, introduint també ràpids canvis de direcció (Sekulic, Spasic, Mirkov, Cavar, & Sattler, 2012). Per això, els tests d'agilitat que s'han aplicat en el context de l'educació infantil han estat circuits d'obstacles (Bala, Popovic, & Sabo, 2006; Roth et al., 2010), curses en ziga-zaga (Arnheim & Sinclair, 1975), realització de salts amb diversos suports (Bruininks, 2005) i molt especialment els tests de curses d'anada i tornada, coneguts com "cursa pendular" (Haag & Dassel, 1995), originàriament concebuts per valorar la velocitat i l'agilitat en infants d'educació primària (Hunsicker i Reiff, 1976). Hi ha diverses adaptacions d'aquesta prova en el context de l'educació infantil, com el *shuttle run test* (Bos et al., 2004), que plantegen recollir i dipositar petits elements de mesures específiques sobre dues línies separades 4 metres, el *10-m shuttle run test* (Macau Sport Development, 2002; The Taipei Nanhai Experimental Kindergarten, 2009), que consisteix a recórrer una distància de 10 metres, tocar un objecte en una paret i tornar al més ràpid possible, o el *10 x 5 m shuttle run test* (Fjortoft, 2000), que podria considerar-se com l'opció més apropiada a causa de l'escassetat de



recursos materials que planteja la seva aplicació i les seves adequades característiques psicomètriques (*taula 1*).

### Proves per a la valoració de l'equilibri

La valoració de l'equilibri va dirigida a determinar el nivell tan estàtic com dinàmic d'aquesta capacitat en els infants. En el primer cas, la prova generalment més emprada és l'equilibri sobre un peu que proposa el *flamingo balanç test*, que malgrat haver estat originàriament creat per ser emprat amb poblacions de més edat, la seva utilitat amb nens en edat preescolar ha estat també confirmada (Ergun et al., 2006). Atès que aquest test requereix l'ocupació d'una petita plataforma de fusta amb dimensions específiques, podria pensar-se que l'*squat balanç test*, consistent a cronometrar el temps que l'infant es manté en posició d'esquat profund, amb talons enganxats al sòl i ulls tancats (Ikeda & Aoyagi, 2008), seria una prova molt més apropiada. No obstant això, és complicat obtenir-hi valors mitjans, per la qual cosa la millor opció és emprar el *flamingo test* modificat, perquè no requereix material auxiliar i hi ha informació suficient per poder ser aplicat de manera efectiva en el context de l'educació infantil (Fjørtoft, 2000), tal com es mostra en la *taula 1*. En el cas de l'equilibri dinàmic, generalment les proves proposen desplaçaments sobre superfícies de diversa altura (Kiphard & Shilling, 2007), salts sobre cercols (Zimmer & Volkamer, 1987), però sobretot empenyen barres d'equilibri tals com *balanç beam* (Bruininks, 2005; Macau Sport Development, 2002) o de *Gesell* (Cabedo & Roca, 2008) i que bé podrien ser substituïdes per bancs suecs (Da Fonseca, 1998). De totes maneres, si es pretén la menor dependència de recursos materials, una elecció *a priori* bastant encertada sembla la prova d'equilibri dinàmic *heel toe walking* (McCarron, 1997), en la qual s'ha de caminar cap endavant i cap endarrere sobre una línia dibuixada al sòl, mantenint en contacte el taló d'un peu amb la punta de l'altre alternativament. No obstant això, aquesta prova generalment s'aplica amb poblacions que presenten problemes de desenvolupament motriu, i per tant és molt complicat obtenir valors mitjans de referència aplicables en altres contextos. Per tot això, el test *walking heel raised* (Henderson, Sugden, & Barnett, 2007), prova de similars característiques però aplicada a un espectre de població preescolar molt més ampli i amb acceptables pro-

pietats psicomètriques, s'erigeix com la millor opció (*taula 1*).

### Proves per a la valoració de la coordinació

Els primers *fitness tests* d'aplicació específica en l'edat preescolar tenien com a objectiu identificar infants amb possibles problemes de coordinació (Slater et al., 2010), i es desenvoluparen fins i tot bateries específiques a aquest efecte (Kiphard & Shilling, 2007), per la qual cosa en principi hi ha un ampli ventall d'opcions per decidir com valorar aquesta capacitat. No obstant això, hi ha tota una sèrie de qüestions que han de ser considerades abans d'optar per una o altra prova en concret. En primer lloc, generalment aquestes bateries se solen aplicar per valorar el grau coordinatiu de poblacions que presenten problemes de desenvolupament motor (Folio & Fewell, 2000; Kroes et al., 2004; McCarron, 1997; Zimmer & Volamer, 1987), dificultant el fet d'obtenir valors d'aplicació en poblacions considerades a priori com normals des d'un punt de vista motriu. A més a més, el tipus de proves que proposen solen ser valorades subjectivament en funció de la qualitat del moviment executat per l'avaluat (Largo, Fischer, & Rousson, 2003; Ulrich, 2000; Williams et al., 2009), i llavors cal que l'avaluador tingui una certa formació en el camp de l'educació física i un grau d'experiència apropiat. A l'últim, per puntuar la competència motriu de l'avaluat, se sol recórrer a un càlcul ponderat emprant les puntuacions obtingudes en cada prova per separat (Bruininks, 2005; Folio & Fewell, 2000; Hughes & Riley, 1981). Això dificulta que s'obtinguin tant valors mitjans orientatius com estudis fets sobre les propietats psicomètriques de cada prova de manera aïllada, al que cal afegir la dificultat que d'alguna manera suposa el fet de valorar una capacitat tan complexa com la coordinació, que implica rapidesa i qualitat de moviment, orientació espaciotemporal, control de l'esquema corporal, etc.

Basant-se en això, un test en principi funcional podria ser el *climbing up wall bars* (Fjørtoft et al., 2011), consistent a pujar, creuar i baixar un bloc de quatre espatlles, si bé les necessitats materials poden ser un impediment per a la seva aplicació. Sobre això, una de les proves més senzilles d'executar és l'*indian skip test*, en la qual es comptabilitza el nombre de vegades que l'infant toca el seu genoll amb la mà del braç contralateral i viceversa durant mig minut (Fjørtoft,

2001), si bé valora específicament la coordinació encreuada i no tant la dinàmica general. D'aquesta manera, les proves que proposen desplaçament en quadrupèdia (*crawl*) semblen ser les més adequades, i presenten valors mitjans orientatius i propietats psicomètriques acceptables (*taula 1*).

Per fer un estudi del nivell coordinatiu més específic, es poden proposar proves de valoració de la coordinació oculomanejadora i oculopèdica. En el primer cas, molts dels tests exigeixen un material de dimensions determinades i característiques especials, que ha de ser colpejat amb diversos instruments, com és el cas del test *two hand strike* (Ulrich, 2000), o llançat/recollit d'una manera determinada, com ocorre amb les proves *target throwing test*, (Hughes & Riley, 1981) i *catching and throwing a bean bag* (Henderson et al., 2007). Per això, la prova de major facilitat d'aplicació és el test *bouncing ball*, que requereix recursos materials econòmicament i generalment disponibles en l'àmbit de l'educació infantil (Larkin & Revie, 1994), encara que la seva validesa interna podria ser millorable. Pel mateix motiu, el test *jumping over a cord* (Henderson & Sugden, 1992) podria valer perfectament per valorar la coordinació oculopèdica, si bé la seva correcta execució depèn d'altres factors directament implicats, com l'agilitat o més directament l'equilibri. Ambdues proves es mostren en la *taula 1*.

## Proves per a la valoració de la velocitat

Tractar de recórrer una distància en el mínim temps possible és la proposta més estesa a l'hora de dissenyar un test per valorar la velocitat, en aquest cas de desplaçament. La principal dificultat que es pot trobar per traslladar aquest tipus de proves al marc de l'educació infantil és determinar quina és la longitud ideal del tram per cobrir, atès que s'han proposat distàncies des de 10, 20, 25 i 50 fins a 100 metres (Ikeda & Aoyagi, 2008). Davant aquesta situació, la millor opció és decantar-se per distàncies no gaire curtes, per poder valorar la capacitat en tota la seva plenitud (no sols reacció i acceleració), ni excessivament llargues, per eliminar la influència de la fatiga. Per tant, sembla que la prova *25 m dash test* (*taula 1*) podria ser de gran utilitat. També es poden proposar proves per valorar la velocitat gestual en què s'ha de copejar una superfície de manera alternativa amb un segment corporal al més ràpid possible (*tapping test*), tant de membre superior

(Arnheim & Sinclair, 1975; Fjortoft, 2000) com inferior (Bala et al., 2006). De totes maneres, atesa la poca freqüència amb què se sol aplicar aquesta segona prova, es pot entendre que amb la valoració de la velocitat segmentària a nivell de braços podria haver-n'hi prou, si bé aquest tipus de proves requereixen certa disponibilitat de recursos materials i no semblen presentar un adequat grau de validesa (*taula 1*).

## Conclusions

Hi ha un gran nombre de proves que permeten valorar la condició física en poblacions menors de 6 anys. No obstant això, la necessitat de recursos materials específics, l'absència de valors mitjans de referència i la falta d'informació sobre les propietats psicomètriques, redueixen considerablement les possibilitats d'elecció. De totes maneres, les conclusions d'aquesta revisió apunten que, atenent al compliment d'aquests criteris, i tenint en compte la seva facilitat d'administració i aplicació al context de l'educació infantil, algunes d'aquestes proves semblen ser de gran utilitat. Així, per valorar la resistència aeròbica, s'aconsella l'ús del test *3 minutes shuttle run*, mentre que el conjunt de proves que formen els tests *90° push-up*, *curl-up* i *lateral jumping*, d'una banda, i els tests *medicine ball throw* i *standing long jump*, de l'altra, poden ser d'interès per valorar la força resistència i la força explosiva respectivament. En aquesta línia, els tests *v sit and reach* i *shoulder stretch* suposen una manera fàcil i econòmica de determinar el grau de flexibilitat de les extremitats inferiors i superiors, mentre que certes proves adaptades de bateries de valoració de la condició física en poblacions de més edat també poden ser tingudes en compte per avaluar l'agilitat, l'equilibri estàtic i la velocitat gestual, com ocorre en el cas del *10 × 5 m shuttle run test*, del *modified flamingo balance test* i del *tapping test* respectivament. Al capdavant, proves bàsiques i de senzilla administració com el *25 m dash test*, que valora la velocitat de desplaçament, o els tests *walking heel raised*, *crawling*, *bouncing ball* i *jumping over a cord*, destinats a determinar el grau de coordinació en les seves diverses manifestacions, han de ser també objecte de consideració. Malgrat tot, és necessari que futures investigacions tractin d'estudiar l'aplicabilitat i resultats d'aquest tipus de proves en el marc de l'educació infantil espanyola.

| Test                       | Capacitat física avaluada         | Procedència                                                   | Edat (anys) | Material                                                                                                 | Validesa                                                                                                                                           | Fiabilitat                                                                                    | Descripció                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Valors mitjans orientatius                                                                                                         |
|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 minutes Shuttle Run Test | Resistència aeròbica              | Adaptació del Shuttle Stamina test (kaneko & Fuchimoto, 1993) | 4-5         | Superfície llisa i recortada de més de 10 m de llarg; cronòmetre; cinta mètrica; dos pals d'1,5 m d'alt. | Necessita ser estudiada en el context de l'educació infantil                                                                                       | $r = 0,74-0,80$ (nens 4-5 anys)<br>$r = 0,79-0,60$ (nenes 4-5 anys)<br>(Oja & Juerimae, 1997) | Separar 10 m entre si dos pals; es valora la distància en metres que l'infant recorre durant tres minuts fent successives curses d'anada i tornada al seu voltant.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 333-366 m (nens 4 i 5 anys respectivament)<br>324-349 m (nenes 4 i 5 anys respectivament) (Oja i Juerimae, 1997)                   |
| 90° Push-up Test           | Força resistència membre superior | Fitnessgram (Welk et al., 2002)                               | 5-17        | No necessari                                                                                             | $r = 0,80$ (contrastada amb execució de "aixecament de banca" en alumnat universitari) (Welk et al., 2002)                                         | $R = 0,90$ (infants 8-10 anys) (Welk et al., 2002)                                            | En posició pron, braços separats a l'alçada dels espatlles i genolls estesos; es comptabilitza el nombre de flexions de braços fetes fins a la fatiga, amb una cadència d'una repetició cada tres segons aproximadament. L'esquena ha de mantenir-se recta i els braços es flexionen 90° en cada repetició correctament efectuada.                                                                                                                                   | Fer 3 o més repeticions per acreditar una condició física saludable (infants de 5 anys) (California Department of Education, 2012) |
| Curl-Up Test               | Força resistència tronc           | Fitnessgram                                                   | 5-17        | Matalasset; cinta per marcar                                                                             | $r = 0,57$ (contrastada amb execució d'una repetició màxima de tronc en persones entre 18-33 anys) (Welk et al., 2002)                             | $r = 0,70$ (infants entre 6-10 anys) (Welk et al., 2002)                                      | Des de posició supina amb genolls flexionats 140°, plantes dels peus recolzades al sòl i braços estesos al llarg del cos, amb els dits de les mans tocant la vora superior d'una cinta situada sota les cames. S'ha de flexionar el tronc de manera que les mans se situin per sobre de la cinta i els dits en toquin l'extrem inferior. Es compta el nombre de repeticions fetes fins a la fatiga amb una cadència d'una repetició cada tres segons aproximadament. | Fer 2 o més repeticions per acreditar una condició física saludable (infants de 5 anys) (California Department of Education, 2012) |
| Lateral Jumping            | Força resistència membre inferior | Karlsruher Motor Screening Test (Bos et al., 2004)            | 3-6         | Guix; barra de fusta o similar (60,0 x 2,0 x 2,0 cm)                                                     | $r = 0,62$ (puntuació total de la bateria en ser contrastada enfront de la bateria M-ABC) (Cools, De Martelaer, Vandaele, Samaey, & Andries, 2010) | $r = 0,80-0,90$ (infants 3-6 anys) (Bos et al., 2004)                                         | Dibuixar al sòl un rectangle (60 x 96 cm) situant-hi en la meitat una barra, corda o similar. Es compta el nombre de salts laterals fets durant 15 s sobre cadascuna de les superfícies resultants. Hi ha dos intents separats per un minut de descans, i se suma el resultat d'ambdós. Perquè un salt sigui correcte, la impulsió i la recepció han de ser executades amb tots dos peus.                                                                            | 20,5-22,8 rpts (infants 3-5 anys) (Klein et al., 2010)<br>23,4-25,3 (infants 5-6 anys) (Bayer et al., 2009)                        |

▲ **Taula 1**

Característiques dels tests considerats més apropiats per valorar la condició física en el context de l'educació infantil

| Test                           | Capacitat física avaluada       | Procedència                                                                        | Edat (anys) | Material                                    | Validesa                                                                                                                                                  | Fiabilitat                                                                                                  | Descripció                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Valors mitjans orientatius                                                                                                   |
|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Medicine Ball Throw Test       | Força explosiva membre superior | Adaptació del test llançament en longitud amb baló medicinal (Haag & Dassel, 1995) | 5-6         | Baló medicinal (1 kg aprox.), cinta mètrica | $r = 0,34$ (contrastada amb grandària corporal d'infants 5-6 anys). Necessita ser estudiada amb proves més objectives (Davis et al., 2008)                | $r = 0,80$ (infants 5-6 anys) (Davis et al., 2008)                                                          | Assegut, amb cames esteses i esquena recolzada en una paret, es llança el baló medicinal des de l'altura del pit amb ambdues mans. Es fan dos llançaments a manera d'escalfament i es fan tres intents, i es registra la distància aconseguïda en el millor d'aquests. La pilota ha de caure dins els límits d'un corredor d'1 m d'ample.      | 109,5-114 cm (infants 5-6 anys) (Davis et al., 2008)                                                                         |
| Standing Long Jump Test        | Força explosiva membre inferior | Test of Gross Motor Development-2 (Ulrich, 2000)                                   | 3-10        | Guix, cinta mètrica                         | $r = 0,52$ (contrastada amb plataforma vibratòria en nens entre 5-7 anys) (Fjortoft, 2000)                                                                | $r > 0,80$ (infants 3-6 anys) (Bos et al., 2004)                                                            | Salt a dos peus des d'una línia recta. Es permet balanceig previ de braços i flexió de genolls. S'ha d'aterrar amb tots dos peus sense que les mans toquin el sòl. Es fan dos intents, es registra la major distància aconseguïda en un d'aquests.                                                                                             | 45-60-81 cm (nens 3-4 i 5 anys respectivament), 41-63-78 (nens 3-4 i 5 anys respectivament) (Maccaw Sport Development, 2002) |
| Back and Hamstring Stretch     | Flexibilitat membre superior    | Sinclair Basic Motor Ability Test (Anheim & Sinclair, 1975)                        | 4-12        | Guix, regle                                 | $r = 0,85$ (contrastada amb "v sit and reach test" en front de "sit and reach test" en estudiants universitaris) (Miñarro, Andújar, García, & Toro, 2007) | $r = 0,89-0,98$ (valors obtinguts amb el "v sit and reach test" en alumnat universitari) (Hui & Yuen, 1998) | Assegut al sòl amb genolls estesos i talons separats uns 15 cm. Se situa el regle entre les cames de l'avaluat, amb la marca corresponent a 30 cm, a la seva alçada. Es fa una flexió de tronc per tocar el regle amb les mans al més lluny possible, sense flexionar genolls. Es registra en centímetres el resultat del millor de 3 intents. | 9-18 cm (infants 5-7 anys) (Conley, 2002)                                                                                    |
| Shoulder Stretch               | Flexibilitat membre inferior    | Fitnessgram                                                                        | 5-17        | No és necessari                             | No ha estat informada                                                                                                                                     | No ha estat informada                                                                                       | L'avaluat eleva un braç i flexiona el colze de manera que la palma de la mà se situa a l'altura de la part posterior del coll, amb la palma cap endins. L'altre braç s'estén al llarg del cos i es flexiona el colze, amb el dors de la mà a l'altura de la columna dorsal.                                                                    | Tocar ambdós dits índex entre si per acreditar una condició física saludable (infants de 5 anys) (Welk et al., 2002)         |
| 10 x 5 m Shuttle Run Test      | Agilitat                        | Adaptació del Shuttle run test (Hunsicker & Reiff, 1976)                           |             | Cinta mètrica, guix, cronòmetre             | $r = 0,90$ (contrastada en front de valoració del grau de forma física per part de professor d'Educació Física en nens 5-12 anys). (Fjortoft et al, 2011) | $r = 0,8$ (infants 5-12 anys) (Fjortoft et al., 2011)                                                       | Es dibuixen dues línies rectes (1 m aprox. de longitud) separades 5 m entre elles. Partint d'una d'aquestes, s'ha d'arribar a l'altra amb tots dos peus i tornar al punt de partida (un cicle). Es cronometra el temps necessari per completar cinc cicles. Davant qualsevol error en l'execució, la prova es deté i ha de ser repetida.       | 32,5 s (infants de 5 anys) (Fjortoft, 2000)                                                                                  |
| Modified Flamingo Balance Test | Equilibri estàtic               | Flamingo balance test (Adam, Klissouras, Ravazzolo, Renson, & Tuxworth, 1988)      | 5-7         | Cronòmetre                                  | $r = 0,43$ (contrastada enfront de plataforma d'equilibri en infants de 5-7 anys) (Fjortoft, 2000)                                                        | Coefficient de variància = 67% (infants de 5-7 anys) (Fjortoft, 2000)                                       | Recolzat sobre una cama, l'altra flexionada amb el taló situat prop del gluti, que pot ser agafat amb la mà homolateral, s'ha de mantenir la posició durant 30 s. S'anota el nombre de vegades en què aquesta posició es veu modificada.                                                                                                       | 5,5 (mitjana de modificacions de la posició corporal valorades en infants de 5 anys) (Fjortoft, 2000)                        |

▲ **Taula 1** (continuació)

Característiques dels tests considerats més apropiats per valorar la condició física en el context de l'educació infantil



| Test                        | Capacitat física avaluada    | Procedència                                                                              | Edat (anys) | Material                       | Validesa                                                                                                                                                                             | Fiabilitat                                                                        | Descripció                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Valors mitjans orientatius                                                                                                                          |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Walking Heels Raised</i> | Equilibri dinàmic            | Bateria <i>Movement-ABC second edition</i> (Band 1) (Henderson, Sugden, & Barnett, 2007) | 3-6         | Guix                           | $T = 0,45$ ; $p < 0,01$ (Correlació obtinguda en comparar la prova amb la puntuació total de la bateria mitjançant el tau de Kendall, en infants 3-5 anys) (Ellinoudis et al., 2011) | Índex de Correlació Intraclass = 0,80 (infants 4-6 anys) (Chow & Henderson, 2003) | Caminar de puntetes sobre una línia de 4,5 m de longitud. Es compta el nombre de passos correctes (sense que el taló contacti amb el sol) necessaris per completar el recorregut.                                                                                                                               | 13,4-14,2 passos (infants de 4 i 5 anys respectivament) (Chow, Henderson, & Barnett, 2001)                                                          |
| <i>Crawling</i>             | Coordinació dinàmica general | <i>Taipei Fitness test</i> (The Taipei Nanhai Kindergarten, 2009.)                       | 5-6         | Cronòmetre; guix, con          | $p < 0,05$ (correlació obtinguda amb l'alçada, edat i valoració subjectiva de l'execució en infants 2-6 anys) (Ikeda & Aoyagi, 2008)                                                 | $r = 0,72$ (infants 2-6 anys) (Ikeda & Aoyagi, 2008)                              | Desplaçar-se i envoltar gatejant un obstacle que es troba a 5 m de la línia de partida i tornar a aquesta. Es cronometra el temps emprat.                                                                                                                                                                       | 27,5 s (nens 4-6 anys), 31,2 s (nens 4-6 anys) (The Taipei Nanhai Kindergarten, 2009)                                                               |
| <i>Bouncing ball</i>        | Coordinació oculomaneu       | Bateria <i>Stay in Step</i> (Larkin & Revie, 1994)                                       | 4-6         | Pilota de voleibol; cronòmetre | No significativa en ser contrastada amb les característiques antropomètriques i valoració subjectiva de l'execució en infants 2-6 anys (Ikeda & Aoyagi, 2008)                        | $r = 0,74$ (infants 2-6 anys) (Ikeda & Aoyagi, 2008)                              | De peu, s'ha de botar una pilota de voleibol amb les dues mans al més ràpid possible. Es compta el nombre de vegades que la pilota es recull amb les dues mans (Hands, 2008) o el nombre de botes durant 20 s (Bueno, Ruiz, Graupera, & Sánchez, 2000).                                                         | 15,9 botes (nens 4-6 anys), 15,2 botes (nens 4-6 anys) (Bueno et al., 2000)                                                                         |
| <i>Jump Over a Cord</i>     | Coordinació oculo-pèdica     | Bateria <i>Movement-ABC</i> (Band 1) (Henderson & Sugden, 1992)                          | 3-6         | Corda                          | $p < 0,05$ (correlació obtinguda amb les proves de coordinació de la bateria McCarron) (Brantner, Plek, & Smith, 2009)                                                               | $r = 0,84$ (infants 4-6 anys) (Chow & Henderson, 2003)                            | S'ha de saltar i superar una corda situada a l'altura dels genolls. Els infants de 5-6 anys han d'aterrar amb tots dos peus. Es compta el nombre d'intents necessaris per superar la corda (màxim tres intents)                                                                                                 | 1,1 intents (infants 4-6 anys) (Chow et al., 2001)                                                                                                  |
| <i>25 meter Dash</i>        | Velocitat de desplaçament    | Bateria <i>Mext</i> (Watanabe et al., 2009)                                              | 4-6         | Guix; cronòmetre               | $p < 0,05$ (correlació obtinguda amb l'alçada i valoració subjectiva de l'execució en infants 2-6 anys) (Ikeda & Aoyagi, 2008)                                                       | $r = 0,73$ (infants 4-6 anys) (Ikeda & Aoyagi, 2008)                              | Posició inicial de peu; s'ha de córrer al més ràpid possible al llarg d'una superfície recta de 30 m de longitud. Es cronometra el temps que es tarda a recórrer els primers 25 m. Es aconsellable fer la prova per parelles.                                                                                   | 8,1-6,9-6,2 s (nens de 4, 5 i 6 anys respectivament), 8,3-7,1-6,4 s (nens de 4, 5 i 6 anys respectivament) (Sugihara, Kondo, Mori, & Yoshida, 2006) |
| <i>Tapping Test</i>         | Velocitat gestual            | <i>Eurofit</i> (Adam et al., 1988)                                                       | 4-12        | Cadira; taula; llapis          | No significativa en ser contrastada amb els resultats obtinguts en altres <i>fitness</i> tests (infants de 5-7 anys) (Fjortoft, 2000)                                                | Coefficient de variància = 6% (infants de 5-7 anys) (Fjortoft, 2000)              | Es dibuixa un rectangle (30 x 20 cm), amb dos costats equidistants; dos cercles (20 cm de diàmetre) separats 60 cm entre ells. La mà no dominant es recolza en el rectangle, la dominant copeja alternativament els discos. S'anota el temps necessari per fer 25 cops (tocar ambdós cercles equival a un cop). | 41,5-32 s (infants de 5 i 6 anys respectivament) (Fjortoft, 2000)                                                                                   |

#### Taula 1 (continuació)

Característiques dels tests considerats més apropiats per valorar la condició física en el context de l'educació infantil

## Referències

- Adam, C., Klissouras, V., Ravazzolo, M., Renson, R., & Tuxworth, W. (1988). *Eurofit: European test of physical fitness*. Rome: Council of Europe, Committee for the Development of Sport.
- Arnheim, D. D., & Sinclair, W. A. (1975). *The clumsy child: A program of motor therapy*. Oxford, England: CV Mosby.
- Bala, G., Popović, B., & Sabo, E. (2006). Influence of the kindergarten period on the development of children's psychosomatic characteristics. *Kinesiology Slovenica*, 12(1), 14-25.
- Baumgartner, T. A., Oh, S., Chung, H., & Hales, D. (2002). Objectivity, reliability, and validity for a revised push-up test protocol. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 6(4), 225-242. doi:10.1207/S15327841MPEE0604\_2
- Bayer, O., Von Kries, R., Strauss, A., Mitschek, C., Toschke, A. M., Hose, A., & Koletzko, B. V. (2009). Short-and mid-term effects of a setting based prevention program to reduce obesity risk factors in children: A cluster-randomized trial. *Clinical Nutrition*, 28(2), 122-128. doi:10.1016/j.clnu.2009.01.001
- Bos, K., Bappert, S., Tittlbach, S., & Woll, A. (2004). Karlsruher Motorik-Screening für Kindergartenkinder (KMS 3-6). *Sportunterricht*, 53(3), 79-87.
- Brantner, S., Piek, J. P., & Smith, L. M. (2009). Evaluation of the validity of the MAND in assessing motor impairment in young children. *Rehabilitation Psychology*, 54(4), 413. doi:10.1037/a0017315
- Bruininks, R. H. (2005). Bruininks-oseretsky test of motor proficiency, (BOT-2). Minneapolis, MN: Pearson Assessment.
- Bueno, M., Ruiz, L., Graupera, J., & Sánchez, F. (2000). *Análisis comparativo de diferentes procedimientos de detección de los problemas evolutivos de coordinación motriz en los escolares de 4 a 6 años*. Madrid: CIDE-Ministerio De Educación y Cultura.
- Cabedo, J., & Roca, J. (2008). Evolució de l'equilibri estàtic i dinàmic dels 4 als 74 anys. *Apunts. Educació Física i Esports* (92), 15-25.
- California Department of Education. (2012). *Fitnessgram healthy fitness zone chart*. Recuperado de [www.cde.ca.gov/ta/tg/pf/.../pft1112hfzchart2.pdf](http://www.cde.ca.gov/ta/tg/pf/.../pft1112hfzchart2.pdf)
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126.
- Castro-Piñero, J., Artero, E. G., España-Romero, V., Ortega, F. B., Sjöström, M., Suni, J., & Ruiz, J. R. (2010). Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 44(13), 934-943. doi:10.1136/bjsm.2009.058321
- Chow, S. M. K., & Henderson, S. E. (2003). Interrater and test-retest reliability of the movement assessment battery for chinese preschool children. *The American Journal of Occupational Therapy*, 57(5), 574-577. doi:10.5014/ajot.57.5.574
- Chow, S. M. K., Henderson, S. E., & Barnett, A. L. (2001). The movement assessment battery for children: A comparison of 4-year-old to 6-year-old children from hong kong and the united states. *The American Journal of Occupational Therapy*, 55(1), 55-61. doi:10.5014/ajot.55.1.55
- Conley, M. C. (2002). *Effect of Adapted Physical Education Programs on Student Performance of Basic Motor Ability Skills in Elementary School* (Tesi doctoral). The University of Tennessee, Knoxville, Tennessee.
- Cools, W., De Martelaer, K., Samaey, C., & Andries, C. (2008). Movement skill assessment of typically developing preschool children: A review of seven movement skill assessment tools. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(2), 154-168.
- Cools, W., De Martelaer, K., Vandaele, B., Samaey, C., & Andries, C. (2010). Assessment of movement skill performance in preschool children: Convergent validity between MOT 4-6 and M-ABC. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(4), 597-604.
- Da Fonseca, V. (1998). *Manual de observación psicomotriz: Significación psiconeurológica de los factores psicomotores*. Barcelona: Inde.
- Davis, K. L., Kang, M., Boswell, B. B., DuBose, K. D., Altman, S. R., & Binkley, H. M. (2008). Validity and reliability of the medicine ball throw for kindergarten children. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1958-1963. doi:10.1519/JSC.0b013e3181821b20
- Ellinoudis, T., Evagelinou, C., Kourtessis, T., Konstantinidou, Z., Venetsanou, F., & Kambas, A. (2011). Reliability and validity of age band 1 of the movement assessment battery for children. *Research in Developmental Disabilities*, 32(3), 1046-1051. doi:10.1016/j.ridd.2011.01.035
- Ergun, N., Tunay, V. B., & Baltacı, G. (2006). Health-related physical fitness levels of Turkish kindergarten children: A three-year follow up. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, 17(3), 120-126
- Fjortoft, I. (2000). Motor fitness in pre-primary school children: The EUROFIT motor fitness test explored on 5-7-year-old children. *Pediatric Exercise Science*, 12(4), 424-436.
- Fjortoft, I. (2001). The natural environment as a playground for children: The impact of outdoor play activities in pre-primary school children. *Early Childhood Education Journal*, 29(2), 111-117. doi:10.1023/A:1012576913074
- Fjortoft, I., Pedersen, A. V., Sigmundsson, H., & Vereijken, B. (2011). Measuring physical fitness in children who are 5 to 12 years old with a test battery that is functional and easy to administer. *Physical Therapy*, 91(7), 1087-1095. doi:10.2522/ptj.20090350
- Folio, R., & Fewel, R. (2000). *Peabody developmental motor scales. Examiners manual*. Austin, Texas: Pro-ED, Inc.
- Haag, H., & Dassel, H. (1995). *Test de condición física en el ámbito escolar y la iniciación deportiva*. Barcelona: Hispano-Europea.
- Hands, B. (2008). Changes in motor skill and fitness measures among children with high and low motor competence: A five-year longitudinal study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(2), 155-162. doi:10.1016/j.jsams.2007.02.012
- Hands, B., & Larkin, D. (2006). Physical fitness differences in children with and without motor learning difficulties. *European Journal of Special Needs Education*, 21(4), 447-456. doi:10.1080/08856250600956410
- Henderson, S. E., & Sugden, D. A. (1992). *Movement assessment battery for children manual*. London: The Psychological Corporation Ltd.
- Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. L. (2007). *Movement assessment battery for children-2* (2a ed.). London: The Psychological Corporation.
- Hughes, J. E., & Riley, A. (1981). Basic gross motor assessment. *Physical Therapy*, 61(4), 503-511.
- Hui, S. C., & Yuen, P. Y. (1998). Comparing the validity and reliability of the modified back saver sit-and reach test and four other protocols. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(5), 320. doi:10.1097/00005768-199805001-01816
- Hunsicker, P. A., & Reiff, G. G. (1976). *AAPHER youth fitness test manual*. Washington: AAPHER Publications-Sales.
- Ikedo, T., & Aoyagi, O. (2008). Relationships between test characteristics and movement patterns, physical fitness, and measurement characteristics: Suggestions for developing new test items for 2-to 6-year-old children. *Human Performance Measurement*, 5, 9-22.
- Kaneko, M., & Fuchimoto, T. (1993). Endurance performance capacity of 7 to 18 year boys and girls assessed by the "shuttle stamina test (SST)". A. A. Claessens, J. Lefevre & B. van den Eynde (Eds.), *World-wide variation in physical fitness*. Leuven: Institute of Physical education, Catholic University of Leuven (pàg. 80-86).
- Kiphard, E. J., & Shilling, F. (2007). *Körperkoordinationstest für Kinder 2, überarbeitete und ergänzte Auflage*. Weinheim: Beltz test.
- Klein, D., De Toia, D., Weber, S., Wessely, N., Koch, B., Dordel, S., ... Graf, C. (2010). Effects of a low threshold health promotion intervention on the BMI in pre-school children under consideration of parental participation. *E-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*, 5(3), e125-e131. doi:10.1016/j.eclnm.2010.03.002
- Kroes, M., Vissers, Y., Sleijpen, F., Feron, F., Kessels, A., Bakker, E., ... Jolles, J. (2004). Reliability and validity of a qualitative and quantitative motor test for 5-to 6-year-old children. *European Journal of Paediatric Neurology*, 8(3), 135-143. doi:10.1016/j.ejpn.2004.01.007

- Largo, R. H., Fischer, J., & Rousson, V. (2003). Neuromotor development from kindergarten age to adolescence: Developmental course and variability. *Swiss Medical Weekly*, 133(13/14), 193-199.
- Larkin, D., & Revie, G. E. (Ed.). (1994). *Stay in step: A gross motor screening test for children K-2*. Austràlia: University of New South Wales
- Lee-Valkov, P. M., Aaron, D. H., Eladounmikhachi, F., Thornby, J., & Netscher, D. T. (2003). Measuring normal hand dexterity values in normal 3-, 4-, and 5-year-old children and their relationship with grip and pinch strength. *Journal of Hand Therapy*, 16(1), 22-28. doi:10.1016/S0894-1130(03)80020-0
- Léger, L., & Boucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: The universite de montreal track test. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences. Journal Canadien Des Sciences Appliquees Au Sport*, 5(2), 77-84.
- Macau Sport Development Board of Macau SAR Government. (2003). *Analysis on physical fitness of macao young children in 2002*. Recuperat de [www.sport.gov.mo/pt/macaosport/type/show/id/581](http://www.sport.gov.mo/pt/macaosport/type/show/id/581)
- McCarron, L. T. (1997). *McCarron assessment of neuromuscular development: Fine and gross motor abilities* (ed. revisada). Dallas, TX: Common Market Press.
- Miñarro, P. A. L., Andújar, P. S. B., García, P. L. R., & Toro, E. O. (2007). A comparison of the spine posture among several sit-and-reach test protocols. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(6), 456-462. doi:10.1016/j.jsams.2006.10.003
- Morrow, J., James, R., Martin, S. B., & Jackson, A. W. (2010). Reliability and validity of the Fitnessgram: Quality of teacher-collected health-related fitness surveillance data. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 81(Suppl. 2), 24S-30S. doi:10.5641/027013610X13100547898077
- Murase, T., & Demura, S. (2005). Discussion on further studies to measure and evaluate fitness and motor performance for preschool children; summary and previous studies in japan and future consideration. *Human Performance Measurement*, 2, 10-21.
- Oja, L., & Juerimae, T. (1997). Assessment of motor ability of 4 and 5 year old children. *American Journal of Human Biology*, 9(5), 659-664. doi:10.1002/(SICI)1520-6300(1997)9:5<659::AID-AJHB12>3.0.CO;2-L
- President's Council on Physical Fitness and Sports. (1990). *President's challenge physical fitness test: Physical activity and fitness award program- "v sit and reach"*. Recuperat de <https://www.presidentchallenge.org/challenge/physical/activities/v-sit-reach.shtml>
- Rikli, R. E. (1992). The reliability of distance run tests for children in grades K-4. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63(3), 270-276.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2001). *Senior fitness test manual*. Estados Unidos: Human Kinetics Publishers.
- Roth, K., Mauer, S., Obinger, M., Ruf, K., Graf, C., Kriemler, S., ... Hebestreit, H. (2010). Prevention through activity in kindergarten trial (PAKT): A cluster randomised controlled trial to assess the effects of an activity intervention in preschool children. *BMC Public Health*, 10(1), 410. doi:10.1186/1471-2458-10-410
- Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., & Sattler, T. (2013). Gender-specific influences of balance, speed and power on agility performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3):802-811. doi:10.1519/JSC.0b013e31825c2cb0
- Slater, L. M., Hillier, S. L., & Civetta, L. R. (2010). The clinimetric properties of performance-based gross motor tests used for children with developmental coordination disorder: A systematic review. *Pediatric Physical Therapy*, 22(2), 170-179. doi:10.1097/PEP.0b013e3181dbef0
- Sugihara, T., Kondo, M., Mori, S., & Yoshida, I. (2006). Chronological change in preschool children's motor ability development in japan from the 1960s to the 2000s. *International Journal of Sport and Health Science*, 4(0), 49-56. doi:10.5432/ijshs.4.49
- Suni, J. H., Oja, P., Laukkanen, R. T., Mülunpalo, S. I., Pasanen, M. E., Vuori, I. M., ... Bös, K. (1996). Health-related fitness test battery for adults: Aspects of reliability. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77(4), 399-405. doi:10.1016/S0003-9993(96)90092-1
- The Taipei Nanhai experimental kindergarten. (2009). *The Taipei Nanhai experimental kindergarten fitness test*. Recuperat de [http://www.nhkg.tp.edu.tw/english/healthy\\_2.html](http://www.nhkg.tp.edu.tw/english/healthy_2.html)
- Tittlbach, S., Kolb, H., Woll, A., & Bös, K. (2005). Karlsruher gesundheitsorientierter fitness test (KGFT) health related fitness test battery (KGFT). *BuG*, 21(3), 109-115. doi:10.1055/s-2005-836560
- Tucker, P. (2008). The physical activity levels of preschool-aged children: A systematic review. *Early Childhood Research Quarterly*, 23(4), 547-558. doi:10.1016/j.ecresq.2008.08.005
- Ulrich, D. A. (2000). *Test of gross motor development-2*. Austin, TX: Prod-Ed.
- Van der Cammen-Van Zijp, M.H.M., Ijsselstijn, H., Takken, T., Willemsen, S. P., Tibboel, D., Stam, H. J., & Van den Berg-Emons, R. J. G. (2010). Exercise testing of pre-school children using the bruce treadmill protocol: New reference values. *European Journal of Applied Physiology*, 108(2), 393-399. doi:10.1007/s00421-009-1236-x
- Varela, S., Ayán, C., & Cancela, J. (2008). Batteries assessing health related fitness in the elderly: A brief review. *European Review of Aging and Physical Activity*, 5(2), 97-105. doi:10.1007/s11556-008-0037-2
- Ward, D. S., Vaughn, A., McWilliams, C., & Hales, D. (2010). Interventions for increasing physical activity at child care. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(3), 526-534. doi:10.1249/MSS.0b013e3181cea406
- Watanabe, M., Kajitani, N., Yamaguchi, T., & Kaga, M. (2009). Relationships between the changes of physical fitness and motor ability and playing in kindergarten children-study on children in "A" kindergarten in okayama prefecture. *Human Performance*, 6, 10-16.
- Welk, G., Morrow, J., & Falls, H. (2002). *Fitnessgram reference guide*. Dallas TX: The Cooper Institute.
- Wells, K. F., & Dillon, E. K. (1952). The sit and reach: A test of back and leg flexibility. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 23, 115-118.
- Wiart, L., & Darrah, J. (2001). Review of four tests of gross motor development. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 43(4), 279-285. doi:10.1111/j.1469-8749.2001.tb00204.x
- Williams, H. G., Pfeiffer, K. A., Dowda, M., Jeter, C., Jones, S., & Pate, R. R. (2009). A field-based testing protocol for assessing gross motor skills in preschool children: The children's activity and movement in preschool study motor skills protocol. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 13(3), 151-165. doi:10.1080/10913670903048036
- Zimmer, R., & Volkamer M. (1987). *Motoriktest für vier- bis sechsjährige Kinder (manual)*. Weinheim: Beltztest.

# Estratègies per a l'ensenyament de competències de vida a través de l'esport en joves en risc d'exclusió social

*Strategies for Teaching Life Skills through Sport in Young People at Risk of Social Exclusion*

**MAURÍCIO MARQUES**

**CATARINA SOUSA**

**JAUME CRUZ FELIU**

Departament de Psicologia Bàsica, Evolutiva i de l'Educació  
Universitat Autònoma de Barcelona (Espanya)

**Autor per a la correspondència**

**Maurício Marques**

[mauriciopmarques@gmail.com](mailto:mauriciopmarques@gmail.com)

## Resum

L'objectiu d'aquest treball és investigar quines són les estratègies utilitzades per entrenadors de futbol per a l'ensenyament de competències de vida a joves que viuen en zones de risc d'exclusió social. Per a això entrevistem cinc entrenadors de futbol (quatre homes i una dona) amb edats entre 19 i 40 anys. Es va indagar sobre com gestionaven els entrenaments dels seus equips, quina era la seva filosofia d'entrenament i els seus mètodes de treball. L'anàlisi de contingut de les entrevistes es va fer basant-se en les dimensions anomenades estratègies efectives d'entrenament i estratègies de desenvolupament de joves creades en l'estudi de Gould, Collins, Lauer i Chung (2007). S'han identificat dues categories noves dins la primera dimensió: comunicació i actuació. Les estratègies de desenvolupament de joves es van agrupar en les categories "estratègies de millora de participació" i "ensenyament de competències de vida", igual que en el treball original de Gould, Collins et al. (2007). També s'ha esbrinat i agrupat les competències de vida facilitades o desenvolupades per la pràctica esportiva, les quals es poden traslladar a altres àmbits com el familiar, l'educatiu o el professional.

**Paraules clau:** competències de vida, estratègies d'ensenyament, risc d'exclusió; futbol, desenvolupament positiu de joves

## Abstract

### *Strategies for Teaching Life Skills through Sport in Young People at Risk of Social Exclusion*

*The objective of this work is to investigate what strategies are used by soccer coaches to teach life skills to young people living in areas at risk of social exclusion. Five football coaches were interviewed (four men and one woman), aged between 19 and 40 years. Questions were asked about how they managed their teams' training sessions, what their training philosophy was and what methods of work they had. The content analysis of the interviews was based on the dimensions called effective training strategies and youth development strategies created in the study of Gould, Collins, Lauer and Chung (2007). We have identified two new categories in the first dimension: communication and action. The youth development strategies were grouped into these categories: strategies to improve participation and life skills education, as in the original work of Gould, Collins et al. (2007). It also found and grouped the life competencies provided or developed by sport, which can be transferred to other areas such as family, education or professional activity.*

**Keywords:** life skills, teaching strategies, risk of exclusion, soccer, positive youth development

## Introducció

Diferents programes d'intervenció socioeducatius estimulen la pràctica esportiva per a l'adquisició de competències de vida, cerquen la integració social dels joves i la transmissió de valors intrínsecs a l'esport (Danish, 1996; Danish, Nellen, & Owens, 1996; Gould & Carson, 2008; Papacharisis, Goudas, Danish, & Theodorakis, 2005; Petipas, Van Raalte, Cornelius, & Presbrey, 2004). Per competències de vida s'entenen les competències físiques (e. g., tenir una postura correcta), conductuals (e. g., comunicació efectiva) i cognitives (e. g., presa de deci-

sions), que poden ser facilitades o desenvolupades amb la pràctica esportiva i que poden traslladar-se a altres àmbits de la vida com el familiar, educatiu o professional (Danish & Nellen, 1997; Danish, Petipas, & Hala, 1992; Gould, Chung, Smith, & White, 2006). No obstant això, la psicologia de l'esport ha enfocat els seus estudis més a conèixer les estratègies utilitzades per entrenadors per optimitzar el rendiment dels seus jugadors que a analitzar les estratègies emprades per millorar competències de vida o per al desenvolupament personal dels esportistes (Gould, Collins et al., 2007).



Per comprendre millor les estratègies d'ensenyament de competències de vida, Gould, Collins et al. (2007) van fer un estudi en què van entrevistar deu entrenadors escolars premiats, per ser considerats reeixits en la formació del caràcter dels seus jugadors, a través de l'ensenyament de competències de vida. Els entrenadors van parlar del seu treball a partir d'un guió d'entrevista creat pels investigadors en què se'ls preguntava sobre les seves experiències, la seva filosofia d'entrenament, les seves fites, conductes, reaccions als comportaments, jugades dels seus esportistes i estils d'entrenament. A partir de l'anàlisi de les respostes, van emergir dues categories generals: estratègies efectives d'entrenament i estratègies de desenvolupament de joves. Els resultats van mostrar que els entrenadors van dur a terme l'ensenyament de competències de vida, conjuntament amb les seves estratègies generals d'entrenament i millora de rendiment. Goudas i Giannoudis (2008) van complementar aquests resultats afirmant que no només les competències de vida es creen o milloren amb la pràctica esportiva, sinó que cal incloure com a objectiu el seu desenvolupament en els programes esportius.

L'Organització Mundial de la Salut (OMS, 1999) considera l'ensenyament de competències de vida essencial per a la promoció de la salut en nens i adolescents, per a la qualitat i eficiència del sistema educacional, promoció de la pau, etc. L'OMS, conjuntament amb la UNICEF (2001), com l'Organització Panamericana de la Salut (Mangrulkar, Whitman, & Posner, 2001), estimulen i promouen diferents projectes amb aquest enfocament en països com Egipte, Uganda, Colòmbia i Estats Units, principalment en zones considerades en risc d'exclusió social.

L'exclusió social no és considerada un estat sinó un procés que resulta d'un conjunt de dificultats que afecten individus o grups que són totalment o parcialment exclosos d'una participació plena en la societat en què viuen (per a una revisió, vegeu Gómez, Puig, & Maza, 2009). A Espanya, es consideren zones de risc d'exclusió social aquelles on hi ha un elevat percentatge de persones: immigrants aliens a la Unió Europea; minories ètniques; famílies amb persones en situació d'atur prolongat, i joves que presenten absentisme o baix rendiment escolar (Subirats, Carmoña, & Torruella, 2005). Com que molts dels joves en aquest context tenen problemes escolars i socials, cal cercar formes d'ensenyar-los competències de vida en

un ambient on estiguin motivats a participar. Autors com Bandeira, Koller, Hutz i Forter (1996) i Smith i Smoll (2002) van suggerir que els programes esportius són particularment enriquidors per a aquests joves considerats en risc social.

Atès que l'adolescència és un període en què els joves necessiten abandonar o canviar els rols que tenien anteriorment, pot ser el principal moment per treballar les competències de vida (Dias, Cruz, & Danish, 2000), ja que en aquesta etapa els joves adopten nous i més complexos rols que impliquen noves tasques, com són tractar amb emocions complexes, promoure relacions interpersonals més madures i tornar-se autònoms. Aquestes tasques exigeixen desenvolupar noves competències i adquirir recursos perquè l'adaptació a aquesta nova fase sigui viscuda de manera saludable (Danish, Nellen et al., 1996; Dias et al., 2000).

En els equips de futbol en què els joves participen per voluntat pròpia, com les escoles i clubs, una de les figures més importants és l'entrenador (Cruz, Torregrosa, Sousa, Mora, & Viladrich, 2011). El reconeixement del seu paper com a referent en l'educació dels seus jugadors, i no sols com algú que ensenya la tècnica i tàctica del joc, s'ha investigat i comprovat en diversos estudis (Boixadós, Valiente, Mimbreno, Torregrosa, & Cruz, 1998; Cruz, 1994; Smith & Smoll, 2007). La teoria de l'autodeterminació (SDT, en anglès *Self Determination Theory*; Deci & Ryan, 2000) està fonamentada en la creença que les bases de la motivació autodeterminada són la tendència inherent de creixement personal i la satisfacció de tres necessitats bàsiques innates (i. e., autonomia, competència i relacions). Això pot ser facilitat, o frustrat, depenent de l'entorn on es viu i de les persones amb qui s'estableixen relacions. L'entrenador pot ser un actor important en la satisfacció de les necessitats bàsiques i benestar psicològic dels seus esportistes si els ofereix un ambient de suport a l'autonomia (Deci & Ryan, 1985) on hi hagi una comunicació correcta i efectiva a més de l'oportunitat per elegir i gestionar les tasques de l'equip sense fer o permetre massa pressió externa (Balaguer, Castillo, & Duda, 2008; Black & Deci, 2000).

Així, el principal objectiu d'aquest estudi és investigar com s'ensenyen i quines són les competències de vida que els entrenadors de futbol treballen amb joves en risc d'exclusió social.

## Mètode

### Participants

Es van entrevistar cinc entrenadors de futbol sala, quatre dels quals eren homes i entrenaven equips masculins. L'entrenador 5 (E5) era dona i entrenava un equip femení. Els entrenadors tenien entre 19 i 40 anys ( $M = 26,8$ ;  $DT = 7,3$ ), la seva experiència en aquesta tasca era de sis mesos a sis anys ( $M = 2,7$ ;  $DT = 2,0$ ), i tots havien participat en equips esportius a nivell amateur o fins i tot professional (E4).

Els entrenadors van ser seleccionats per conveniència per entrenar, en el moment de les entrevistes, equips de futbol sala, que formen part de projectes d'educació a través de l'esport subvencionats per l'ajuntament local d'un mateix barri de la perifèria d'una ciutat a Catalunya. El barri elegit és reconegut localment per tenir alts índexs d'immigració, atur, absentisme escolar i diversitat ètnica, amb una renda mitjana familiar baixa, tots indicadors importants del risc d'exclusió social.

Els entrenadors 1, 2, 3 i 4 tenien l'educació secundària completa i certificat de monitor d'oci o esportiu, l'E5 tenia l'educació secundària i formació professional en una àrea aliena a l'esport i llarga experiència amb col·lectius multiètnics, a més de continuar practicant el futbol. L'E3 tenia formació universitària com a psicòleg. Cap dels participants no havia rebut formació específica per treballar amb joves en risc d'exclusió social. Tots ells passaven entre 7 i 11 hores setmanals amb els seus jugadors, distribuïdes entre entrenaments i partits.

Els equips masculins participants tenien entre 8 i 13 jugadors fixos, amb una distribució ètnica bastant similar, i la majoria eren autòctons, d'ètnia gitana i pakistanesos, a més d'alguns jugadors d'origen marroquí. En l'equip femení la meitat de jugadors eren sud-americans i l'altra meitat autòctons d'ètnia gitana. E1 i E4 entrenaven jugadors en la franja d'edat de 8 a 12 anys, i els altres tres entrenadors, jugadors entre 13 i 18 anys. Els cinc equips competien en la lliga escolar local i jugaven contra equips d'escoles formades en la seva gran majoria per autòctons, amb menor diversitat ètnica.

### Procediment

Es va contactar amb els entrenadors personalment l'any 2011, i es va fer una reunió individual on s'ex-

plicaven els objectius generals de la investigació i en què consistia la seva participació en l'estudi. Tots els entrenadors es van mostrar disposats a participar-hi i, una vegada obtinguts els seus consentiments, es van fer les entrevistes de manera individual. Després d'una introducció general, els entrenadors tenien assegurades la confidencialitat i l'anonimat, i garanties la llibertat de contestar o no cada pregunta de forma lliure i amb la durada desitjada. L'entrevistador era expert en psicologia esportiva, entrenador de futbol titulat i tenia dos anys d'experiència en equips similars en el mateix barri. Es va fer una primera entrevista pilot amb l'objectiu d'aplicar el guió d'entrevista i fer els canvis considerats necessaris per a la versió final. Cada entrevista es va fer en horaris previs o posteriors als entrenaments i va ser enregistrada i transcrita *verbatim*. La durada de les entrevistes va oscil·lar entre 36 i 81 minuts, amb una mitjana de 63 minuts per entrevista.

### Instrument

L'instrument utilitzat va ser el guió d'entrevista creat per Gould, Collins et al. (2007), traduït i adaptat a l'espanyol per tres experts en psicologia de l'esport (el guió es pot sol·licitar al primer autor per correu electrònic). A partir de l'entrevista pilot, i després de la seva anàlisi, es van fer petites alteracions de context (p. ex., canvi de "escola" per "equip" o "barri"), es va suprimir una pregunta sobre el percentatge de victòries per no ser rellevant en el nostre estudi, i es va afegir una pregunta més (Quines competències de vida consideres fonamentals per treballar en el teu equip encara que no ho facis actualment?). El guió començava amb una anamnesi sobre dades personals de l'entrenador com edat, experiència dins l'esport i formació general i específica. Posteriorment es va demanar informació sobre l'equip entrenat en el moment de la realització de l'entrevista, sobre els seus participants i el context en què vivien. A continuació es passava a preguntes sobre estil i filosofia d'entrenament (e. g., Com defineixes la teva filosofia d'entrenament?), estratègies per al desenvolupament del caràcter i ensenyament de competències de vida (e. g., Quines competències de vida específiques desenvolupes en els teus jugadors?) i reaccions a diversos escenaris (e. g., jugador amb problemes a l'escola) i obstacles trobats en la pràctica quotidiana (e. g., Tens alguna estratègia per afrontar aquests problemes?).

**Taula 1**  
Categories i competències  
de vida treballades pels  
entrenadors

| Categories  | Competències de vida                                                             |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Competència | Aprenentatge, esforç, estudis, autoestima i apoderament                          |
| Relació     | Camaraderia, cooperació, diversió i integració cultural                          |
| Educació    | Civisme, compromís, esportivitat, higiene, humilitat, respecte i responsabilitat |

Finalment, es demanava una avaluació global sobre l'èxit o fracàs en l'ensenyament de les competències de vida, recompenses personals pel treball amb col·lectius en risc social i suggeriments o consells a altres entrenadors (e. g., Quins consells donaries a altres entrenadors per ajudar al desenvolupament personal dels jugadors?).

## Anàlisi

Seguint el mètode aplicat per Gould, Collins et al. (2007), basat en el model d'investigació qualitativa en psicologia de l'esport utilitzat per Scanlan, Steim i Ravizza (1989), es va fer una anàlisi de contingut de les entrevistes en dos passos: a) En un primer moment cada entrevista va ser transcrita i llegida per tenir una comprensió holística del perfil de l'entrenador i del treball desenvolupat. Posteriorment, es va fer una relectura on es va cercar d'identificar totes les accions referides pels entrenadors sobre la seva forma d'entrenar, al mateix temps que se subratllaven les competències de vida que pretenien ensenyar. b) En una segona etapa es van identificar i descriure patrons en les respostes dins cada entrevista i entre aquestes. Es va designar una etiqueta amb l'objectiu d'anomenar cada resposta dins una mateixa entrevista; quan es tractava d'un concepte que ja havia estat comentat per l'entrenador, elegíem la frase que millor il·lustrava la idea en l'entrevista. Si s'entenia que una estratègia, acció, o competència de vida es repetia entre les diferents entrevistes, li donàvem el mateix nom de la predecessora, encara que mantenint un exemple per a cada entrenador. Així s'ha arribat a unes respostes generals a les estratègies d'ensenyament de competències de vida. Es van dividir les respostes obtingudes sobre les estratègies utilitzades en vint-i-una subcategories, agrupades en quatre categories majors, al seu torn agrupades en les dues grans dimensions de Gould, Collins et al. (2007): "estratègies efectives d'entrenament" i "estratègies de desenvolupament de joves". Cadascuna de les dues dimensions contempen dues categories: a) Comunicació i actuació; b) Estratègies de millora de participació i ensenyament de competències de vida, respectivament.

## Resultats

### Competències de vida treballades

Les 66 respostes diferents que reflectien directament o indirectament les competències de vida que es treballen en els cinc equips dels entrenadors entrevistats van ser separades en tres grans categories: competència, relació i educació (vegeu *taula 1*). El primer grup es refereix a les competències que, encara que puguin ser treballades grupalment, tenen a veure amb la manera com cadascú personalment se sent i es relaciona amb una tasca o diverses situacions. Les competències de vida de relació tracten de la cohesió i sentiment de pertinença entre els participants de cada equip, temes que es desenvolupen grupalment en sessions d'entrenament, partits i sortides. Respecte a l'educació, es refereix als valors prosocials d'educació que cerquen ser inculcats pels entrenadors després de la participació, individual o grupal, dels joves en els seus equips, en relació amb urbanitat i cortesia.

### Estratègies per a l'ensenyament de competències de vida

#### Estratègies efectives d'entrenament

Aquesta primera dimensió informa de la pràctica dels entrenadors, de com entrenen els jugadors en la seva rutina de treball, en la part esportiva, i està dividida en dues categories, *comunicació* i *actuació*. L'*actuació* es fragmenta en dos temes que són: relacions i gestió d'equip. Ambdues categories no es presenten en l'estudi original de Gould, Collins et al. (2007) i van ser creades basant-se en les dades d'aquesta investigació (*taula 2*).

#### Comunicació

La primera de les dues categories està formada per cinc subcategories referents a la manera com els entrenadors es comuniquen amb els joves que entrenen, inclosos la importància de parlar, tenir un estil relaxat, criticar les males conductes, donar retroalimentació i parlar amb sinceritat.

| Estratègies        | efectives d'entrenament                                                                                                                                                                                    | de desenvolupament de joves                |                                                                                                                                                           |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Comunicació</b> | Importància de parlar<br>Tenir un estil relaxat<br>Criticar les males conductes<br>Fer retroalimentació<br>Parlar amb sinceritat                                                                           | <b>Millora de participació</b>             | Valorar l'esforç<br>Animar / donar suport<br>Suport emocional<br>Crear vincle<br>Promoure valors positius<br>Cercar la cooperació<br>Promoure l'autonomia |
| <b>Actuació</b>    | <i>Relació</i><br>Ser empàtic<br>Utilitzar rols familiars<br>Assaig i error<br><i>Gestió d'equip</i><br>Estimular el lideratge dels capitans<br>Planificar entrenaments<br>Donar les mateixes oportunitats | <b>Ensenyament de competències de vida</b> | Incentivar els estudis<br>Incentivar la diversió en l'esport<br>Ensenyar a viure en societat                                                              |

**Taula 2**

Estratègies d'entrenament per a l'ensenyament de competències de vida

*Importància de parlar.* Tots els entrenadors van subratllar la importància de comunicar-se bastant amb els seus jugadors i estar disponibles per escoltar-los, com han exemplificat els entrenadors 2 i 5: “Tant abans de començar el partit com després del partit, hi ha una xerrada. Sí que m’agrada que hi hagi uns missatges clars per als jugadors.” (E2) “A mi sí que m’agrada generar un espai on elles puguin sentir-se tranquil·les per explicar-se aquestes coses, o bé entre elles o bé a mi o bé així com a col·lectiu.” (E5)

*Tenir un estil relaxat.* Els entrenadors 1, 3 i 4 consideren que és important tenir un estil menys directiu en els entrenaments, com va dir l’entrenador 1: “Però més que res sóc més relaxat i deixo que els nens flueixin, deixo que manifestin les seves destreses, el seu treball, els seus esforços, que ells mateixos ho vagin demostrant. Jo només ho observaré i els ho aniré corregint –això està bé, això està malament–, però el camí que el cerquin ells mateixos.”

*Criticar les males conductes.* Les males conductes en entrenaments i partits, com criticar un company o l'àrbitre, no són consentides pels entrenadors 1 i 5, com en l'exemple de l'E1 “A les males conductes dels jugadors solc reaccionar molt negativament, solc criticar. És l'únic moment en què critico els jugadors.”

*Donar retroalimentació.* En la comunicació un component important és la retroalimentació (o, en anglès, *feedback*), que es dona i rep del grup de joves i que pot

canviar els entrenaments, com va resumir l’entrenador 2 en dues oportunitats: “Sempre ens reunim al centre del camp i intentem parlar d’entrenaments anteriors, de coses que els hagin agradat, de coses que no els hagin agradat.” “Que no sigui una educació unidireccional, sinó que sempre hi hagi una retroalimentació dels participants que et faci replantejar els objectius, la metodologia.”

*Parlar amb sinceritat.* Els entrenadors 4 i 5 consideren molt important que els entrenadors siguin sempre sincers: “Jo li diria que tot el que digui que ho digui de sentiment i ho digui de debò, i que ho digui creient-s’ho, perquè si no, no té cap sentit.” (E5) “Amb simpatia, amb dolçor i amb la veritat es va a tot arreu. Mai enganyeu un nen, mai enganyeu un jugador.” (E4)

### Actuació

La segona categoria d’estratègies efectives d’entrenament és sobre l’actuació dels entrenadors en els entrenaments i partits, les relacions que manté amb els seus esportistes i com gestiona l’equip. Està formada per sis subcategories, dividides en dos temes: relacions i gestió d’equip.

*Relacions* comprèn tres subcategories: ser empàtic, utilitzar rols familiars i assaig i error.

*Ser empàtic.* Aquesta subcategoria va emergir a partir d’allò que van esmentar els entrenadors 2, 3 i 4, que creuen que posar-se al lloc de l’altre és la millor manera



d'evitar o resoldre conflictes en el grup: “Es tracta, diguem-ho així, d'adonar-se que no has de fer als altres el que no vols que et facin.” (E3)

*Utilitzar rols familiars.* Els entrenadors 1 i 4, que treballen amb els equips més joves, utilitzen rols familiars per connectar millor amb els seus jugadors: “Tinc un truquet, que és que intento identificar a qui necessita el nen: unes vegades necessita un germà, d'altres necessita un pare, d'altres una mare. Els solc donar allò (faig el rol) del qui necessita.” (E1)

*Assaig i error.* Un dels mètodes de treball més citats sobre com treballar amb els joves per desenvolupar competències de vida és actuar a partir del que s'observa i es prova en els entrenaments, i no amb idees prèviament establertes i inflexibles, tal com es percep en dues respostes distintes: “...sobretot a través de l'experiència i a través de l'assaig i error; per entendre'ns, anava canviant segons l'aspecte de la meua metodologia perquè els participants... perquè fos més eficaç l'acció educativa.” (E2) “...de treballar correctament però al mateix temps entendre que no tots els jugadors són iguals; per tant, no tots et donaran el mateix. Caldrà estirar en certs casos i afluixar en d'altres.” (E2)

*Gestió d'equip,* el segon tema d'actuació, està format al seu torn per tres subcategories: estimular el lideratge dels capitans, planificar entrenaments i donar les mateixes oportunitats.

*Estimular el lideratge dels capitans.* Els entrenadors 1 i 4 suggereixen que aliar-se amb els capitans de l'equip pel seu lideratge és una manera d'estimular les bones conductes: “En ser el líder, agafes el líder i li dius: ‘Sóc el teu entrenador’. Tu ets el líder, tu tens la responsabilitat de tots els teus companys, igual que jo tinc la teua responsabilitat i la de tots els teus companys.” (E4)

*Planificar entrenaments.* Tenir una estructura bàsica d'entrenament és important per tenir credibilitat com a entrenador i facilitar l'aprenentatge, en l'opinió dels entrenadors 2, 3 i 4. “(Encara que sigui un projecte social, cal tenir) un projecte seriós de futbol, [...] ben armat tècnicament i futbolísticament, perquè el projecte [...], als ulls dels jugadors avanci esportivament i tingui sentit.” (E5)

*Donar les mateixes oportunitats.* En equips en què la prioritat no és guanyar partits i sí la diversió i les bones conductes, es poden utilitzar estratègies que no se solen utilitzar en equips massa competitius, segons van fer ressaltar els entrenadors 1, 4 i 5. Com donar molts minuts de joc als jugadors amb pitjor tècnica, o posar els protagonistes en la defensa, en són alguns exemples.

L'entrenador 1 explica com ho fa: “De vegades el que faig és fer un intercanvi radical de defenses i davanters perquè vegin que tots poden fer de tot.”

### **Estratègies de desenvolupament de joves**

En la segona dimensió general van emergir dues categories: “*estratègies de millora de participació*” i “*ensenyament de competències de vida*”. La primera està formada per set subcategories, que reflecteixen els mètodes i filosofia que tenen els entrenadors per educar els joves. La segona categoria està formada per tres subcategories en què els entrenadors expliquen com perceben que ensenyen competències de vida.

*Estratègies de millora de participació.* La primera gran categoria d'estratègies de desenvolupament de joves va ser denominada així a partir d'una adaptació d'una categoria anomenada “estratègies per a millora de rendiment” per Gould, Collins et al. (2007). Com que el nostre enfocament és l'esport escolar, i cerca la participació més que el rendiment, vam escollir fer un canvi de nom perquè la categoria reflectís les estratègies que utilitzen els entrenadors per vincular i mantenir els joves en els projectes de què formen part.

*Valorar l'esforç.* Tots els entrenadors van subratllar que l'esforç és valorat i demanat en les seves rutines d'entrenament, com en els exemples següents: “Crec que una persona que s'esforça en l'esport també s'esforçarà en la resta de la seva vida quotidiana.” (E2) “Sense esforç s'aconsegueixen coses, però no s'aconsegueix tot el que vols.” (E3) “Els dic que no es rendeixin, que sempre hi ha un dia nou en el qual poden fer molt més que no pas han fet.” (E1)

*Animar / donar suport.* El reconeixement del que es fa bé i l'estímul a la millora també és una estratègia per mantenir els nois i noies motivats a participar en l'esport utilitzada per tots els entrevistats: “Vinga, va, tu pots.” (E1) “I sempre és assenyat de dir: ‘Bé, no ha estat malament, podria millorar-se’.” (E4)

*Suport emocional.* Ser amable amb els jugadors és una estratègia utilitzada sovint pels entrenadors 1, 4 i 5: “Que al jugador no el prenguis com un objecte, o com una persona que va a fer coses, sinó que sigui un fill, un germà, un amic.” (E1)

*Crear vincle.* Cercar tenir un vincle és important per guanyar la confiança dels joves, segons les entrevistes dels entrenadors 3 i 5. “Primer connectar, connectar amb els jugadors, connectar des del punt de vista emocional però també des del punt de vista esportiu.” (E3)

*Promoure valors positius.* Els entrenadors van ser unànimes quan se'ls va preguntar sobre conflictes entre ensenyament de competències de vida i guanyar partits. Tots van dir que els seus objectius eren uns altres i no els resultats dels partits, com va manifestar l'entrenador 2: "A banda que juguin millor juguin pitjor, o guanyin més partits o guanyin menys partits, hi ha el fet de transmetre una sèrie de valors educatius." O fomentar l'honestat en el joc net, com l'entrenador 4: "Llança-la fora." O: "No és falta d'ells, és falta nostra."

*Emfatitzar la cooperació.* Que el grup estigui unit, cercant la cohesió entre els jugadors, fins i tot amb exercicis específics, és un altre objectiu dels entrenadors perquè els jugadors estiguin a gust en els seus equips: "Sempre que es pugui, fer jocs cooperatius, jocs en què la importància de la suma dels participants porti a un objectiu que no poden arribar a títol individual." (E2)

*Promoure l'autonomia.* Que els jugadors se sentin autònoms i responsables és una part fonamental dins els equips i és una bona manera de fomentar les competències de vida per als entrenadors 2, 3, 4 i 5: "Per a mi l'important en realitat és fomentar l'autoresponsabilitat i la coherència amb ells mateixos. No? I sobretot la informació, que sàpiguen el que estan fent." (E5)

*Ensenyament de competències de vida.* Les estratègies que tenen per objectiu ensenyar competències de vida estan presents en tres subcategories, que són:

*Incentivar els estudis.* Tots els entrenadors es preocupen pels estudis dels seus jugadors: encara que l'al·licient de la participació en els equips sigui el futbol, ells usen aquesta excusa per inculcar-los el valor de l'educació en les seves vides. "Educar-los de tal manera que estudiïn bé, i que jugant puguin arribar a ser no tan sols grans jugadors, sinó grans professionals també." (E1) "Per a mi, en realitat el futbol és una eina. Jo no vull formar grans jugadors de futbol; jo vull formar persones." (E5)

*Incentivar la diversió en l'esport.* Fer que els joves que fan esport s'ho passin bé és destacat com un objectiu dels projectes que treballen els diversos entrenadors: "Que els nens no sols sàpiguen jugar a futbol, sinó que es diverteixin i s'hi aficionin." (E1) "Intentar sempre que el joc o que l'esport sigui una manera de passar-ho bé, perquè així ells també estan més motivats per continuar fent esport." (E3)

*Ensenyar a viure en societat.* Educar per al civisme és un objectiu dels projectes de futbol de tots els entrenadors, i es promou com veiem en els exemples dels entrenadors 1 i 4 respectivament: "Tractar el barri tal com

tractes casa teva. Així com tu vols que casa teva estigui neta, el teu barri ha d'estar net." (E1) "Que no robin, que siguin cívics, és a dir, pagar l'autobús a l'hora de fer un trajecte, no llençar un paper a terra... Aquesta és la meva missió." (E4)

## Discussió

A partir de les entrevistes fetes, ha estat possible assenyalar alguns aspectes sobre les pràctiques dutes a terme per entrenadors que treballen en equips de projectes socials amb joves en risc d'exclusió social. A diferència del treball de Gould, Collins et al. (2007), s'han identificat quines són les competències de vida que treballen els entrenadors entrevistats (presentades a la *taula 1*), i això facilita una millor comprensió dels objectius que ells tenen en projectes socials. Encara que tots els entrenadors entrevistats utilitzin estratègies per a l'ensenyament de competències de vida, quan se'ls preguntava sobre les estratègies utilitzades, moltes vegades no les van identificar immediatament. Això pot ser a causa del poc de temps que fa que entrenen equips, o per la seva curta formació com a entrenadors. A més a més, en els cursos d'entrenadors no se solen ensenyar filosofies específiques per implementar estratègies d'ensenyament de competències de vida, tal com subratlla la revisió feta per Camiré, Trudel i Forneris (2012). Una gran part de les estratègies identificades en el present estudi van ser trobades quan els entrenadors contestaven altres preguntes sobre la seva filosofia d'entrenament i no en les preguntes directes sobre les estratègies més utilitzades.

Tenint en compte que els entrenadors consideren que la seva principal funció és l'educació a través del futbol, i que l'esport és una excusa per a la participació dels joves en els seus equips, la seva preocupació per l'ensenyament de les competències de vida és constant, i no està apartada de l'ensenyament esportiu pròpiament dit, tal com va passar amb els entrenadors entrevistats per Gould, Collins et al. (2007).

El fet que els entrenadors entrevistats es comuniquin positivament amb els seus jugadors, critiquin poc i facin retroalimentació està d'acord amb allò que s'ha recomanat en importants estudis sobre el tema fets per Smoll i col·laboradors, que van crear el *Coach Effectiveness Training* (CET; Smith, Smoll & Curtis, 1979). El CET és un programa cognitiu-conductual de formació d'entrenadors d'iniciació, que proporciona línies d'orientació específiques sobre estils de comunicació. Aquestes recomanacions poden ser utilitzades pels entrenadors

amb l'objectiu de millorar l'experiència esportiva dels joves, reforçant i donant més instruccions de manera positiva i reduint les conductes punitives. Encara que no tinguin formació específica per treballar amb col·lectius en risc d'exclusió social, les conductes dels entrevistats estan d'acord amb les suggerides pels programes més moderns de formació d'entrenadors que pretenen facilitar als joves experiències saludables en l'esport, com és el programa d'assessorament personalitzat a entrenadors (PAPE; Sousa, Cruz, Torregrosa, Vilches & Viladrich, 2006).

El PAPE suggereix, a més de la comunicació positiva, l'ús d'un clima motivacional d'implicació en la mestria en els equips entrenats. És a dir, un clima en què els jugadors siguin motivats a esforçar-se, més que a jugar millor que els altres, i en què l'aprenentatge i la diversió siguin valorats més que la competició o l'èxit de victòries o rècords. Així semblen actuar els entrenadors entrevistats a partir de les estratègies utilitzades en els entrenaments i les competències de vida ensenyades, principalment les "estratègies de millora de participació" i les competències de vida que anomenem competències (e. g. aprenentatge, esforç, diversió, etc.). Si tenen èxit en els mètodes de treball que van dir que tenien, és possible que els joves dels seus equips presentin efectes positius sobre el compromís esportiu, satisfacció, percepció d'habilitat i actituds de joc net, tal com indiquen estudis sobre la generació d'un clima motivacional d'implicació en la mestria (Boixadós, Cruz, Torregrosa, & Valiente, 2004; Torregrosa, Sousa, Viladrich, Villamarín, & Cruz, 2008).

Les conductes dels entrenadors del present estudi semblen també estar ajustades amb una de les teories motivacionals més acceptades avui en psicologia de l'esport, la teoria de l'autodeterminació (SDT). Tant les estratègies efectives d'entrenament com les estratègies de desenvolupament de joves i les competències de vida identificades en la nostra investigació suggereixen que els entrenadors entrevistats promouen l'autonomia, les bones relacions i el sentiment de competència per part dels seus jugadors encara que de manera instintiva.

## Conclusions

L'anàlisi dels relats de cadascun dels entrenadors sobre el seu treball en els diferents equips de diverses categories d'edats porta a concloure que els seus mètodes són adequats per generar experiències esportives saludables. El treball dels entrenadors està d'acord amb

allò que han recomanat les teories motivacionals i programes de formació més utilitzats actualment en psicologia de l'esport. El fet que algunes estratègies no van ser directament relatades o identificades com a facilitadores per ensenyar competències de vida, potser indicarà que aquest objectiu no és present en la planificació de la rutina de treball de manera conscient i freqüent, la qual cosa pot disminuir la potència d'ensenyament que tenen aquests projectes, com ja hem subratllat a partir de l'estudi de Goudas i Giannoudis (2008). Com que, fins i tot amb bona voluntat per ensenyar competències de vida, la seva transferència no és automàtica, cal establir pautes en la seva rutina de treball. Tal com recalquen Gould, Collins et al. (2007) quan parlen de facilitar l'aprenentatge de competències de vida i el desenvolupament moral, les conductes desitjades han de ser clarament definides, repetidament comunicades i reforçades quan tenen lloc.

Per tractar-se d'un estudi exploratori, el nombre reduït de participants és un factor que ha de tenir-se en compte per a la generalització dels resultats obtinguts. En investigacions futures se suggereix ampliar el nombre d'entrenadors participants perquè la informació obtinguda pugui servir de base per a la creació de programes d'intervenció, per formar entrenadors en tècniques per a l'ensenyament de competències de vida per a poblacions en risc d'exclusió social. També resulta pertinent la idea de fer estudis transversals per investigar el camí d'aquests joves en el temps i comparar-los amb altres joves en la mateixa situació de risc social però que no participen en l'esport organitzat.

## Referències

- Balaguer, I., Castillo, I., & Duda, J. L. (2008). Apoyo a la autonomía, satisfacción de las necesidades, motivación y bienestar en deportistas de competición: un análisis de la Teoría de la Autodeterminación. *Revista de Psicología del Deporte*, 17(1), 123-139.
- Bandeira, D., Koller, S. H., Hutz, C., & Forster, L. (1996). Desenvolvimento psico-social e profissionalização: uma experiência com adolescentes de risco. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 9, 185-207.
- Black, A. E., & Deci, E. L. (2000). The effects of instructors' autonomy support and students' autonomous motivation on learning organic chemistry: A self-determination theory perspective. *Science Education*, 84(6), 740-756. doi:10.1002/1098-237X(200011)84:6<740::AID-SCE4>3.0.CO;2-3
- Boixadós, M., Valiente, L., Mimbreno, J., Torregrosa, M., & Cruz, J. (1998). Papel de los agentes de socialización en deportistas en edad escolar. *Revista de Psicología del Deporte*, 7(2), 295-310.
- Boixadós, M., Cruz, J., Torregrosa, M., & Valiente, L. (2004). Relationship among motivational climate, satisfaction, perceived ability and fair-play attitudes in young soccer players. *Journal of Applied*

- Sport Psychology*, 16(4), 301-317. doi:10.1080/10413200490517977
- Camiré, M., Trudel, P., & Forneris, T. (2012). Coaching and transferring life skills: Philosophies and strategies used by model high school coaches. *The Sport Psychologist*, 26(3), 243-260.
- Cruz, J. (1994). L'assessorament psicològic a entrenadors: experiència en bàsquet d'iniciació. *Apunts. Educació Física i Esports* (35), 5-14.
- Cruz, J., Torregrosa, M., Sousa, C., Mora, À., & Viladrich, C. (2011). Efectos conductuales de programas personalizados de asesoramiento a entrenadores en estilo de comunicación y clima motivacional. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(1), 179-195.
- Danish, S. J. (1996). Interventions for enhancing adolescents' life skills. *The Humanistic Psychologist*, 24(3), 365-381. doi:10.1080/08873267.1996.9986864
- Danish, S. J., & Nellen, V. C. (1997). New roles for sport psychologists: Teaching life skills through sport to at-risk youth. *Quest*, 49(1), 100-113. doi:10.1080/00336297.1997.10484226
- Danish, S. J., Nellen, V. C., & Owens, S. S. (1996). Teaching life skills through sport: Community-based programs for adolescents. A J. L. Van Raalte & B. Brewer (Eds.), *Exploring sport and exercise psychology* (pàg. 205-225). Washington, DC: American Psychological Association.
- Danish, S. J., Petitpas, A. J., & Hale, B. D. (1992). A developmental-educational model of sport psychology. *The Sport Psychologist*, 6(4), 403-415.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behaviour. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268. doi:10.1207/S15327965PLI1104\_01
- Dias, C., Cruz, J. F., & Danish, S. J. (2000). El deporte como contexto para el aprendizaje y la enseñanza de competencias personales. Programas de intervención para niños y adolescentes. *Revista de Psicología del Deporte*, 9(1-2), 107-122.
- Gómez, C., Puig, N., & Maza, G. (2009). *Deporte e integración Social*. Barcelona: INDE.
- Goudas, M., & Giannoudis, G. (2008). A team-sports-based life-skills program in a physical education context. *Learning and Instruction*, 18, 528-536. doi:10.1016/j.learninstruc.2007.11.002
- Gould, D., & Carson, S. (2008) Life skills development through sport: Current status and future directions. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(1), 58-78. doi:10.1080/17509840701834573
- Gould, D., Chung, Y., Smith, P., & White, J. (2006). Future directions in coaching life skills: understanding high school coaches' views and needs'. *Athletic Insight On-line*, 8(3).
- Gould, D., Collins, K., Lauer, L., & Chung, Y. (2007). Coaching life skills through football: A study of award winning high school coaches'. *Journal of Applied Sport Psychology*, 19(1), 16-37. doi:10.1080/10413200601113786
- Mangrulkar, L., Whitman, C. V., & Posner, M. (2001). *Enfoque de habilidades para la vida para un desarrollo saludable de niños y adolescentes*. Washington, USA: Organización Panamericana de la Salud, Unidad Técnica d'Adolescència..
- Organització Mundial de la Salut. (1999). *Partners in life-skills education*. Geneva, Switzerland: World Health Organization, Department of Mental Health.
- Organització Mundial de la Salut. (2001). *Skills for Health*. Geneva, Switzerland: World Health Organization, Department of Mental Health.
- Papacharisis, V., Goudas, M., Danish, S., & Theodorakis, Y. (2005). The effectiveness of teaching a life skills program in a school-based sport context. *Journal of Applied Sport Psychology*, 17(3), 247-254. doi:10.1080/10413200591010139
- Petipas, A., Van Raalte, J., Cornelius, A., & Presbrey, J. (2004). A life skills development program for high school student-athletes. *The Journal of Primary Prevention*, 24(3), 325-334. doi:10.1023/B:JOPP.0000018053.94080.f3
- Scanlan, T. K., Stein, G. L., & Ravizza, K. (1991). An in-depth study of Former elite figure skaters III: Sources of stress. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 13(2), 103-120.
- Smith, R., & Smoll, F. (2002). Psychosocial interventions youth sport. En J. L. Van Raalte & B. W. Brewer (Eds.), *Exploring sport and exercise psychology*. (pàg. 287-315). Washington, EUA: American Psychological Association.
- Smith, R. E., & Smoll, F. L. (2007). Social-cognitive approach to coaching behaviours. A S. Jowett & D. Lavalley (Eds.), *Social psychology in sport* (pàg. 75-90). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Smith, R. E., Smoll, F. L., & Curtis, B. (1979). Coach effectiveness training. A cognitive behavioral approach to enhancing relationship skills in youth sports coaches. *Journal of Sport Psychology*, 1(1), 59-75.
- Sousa, C., Cruz, J., Torregrosa, M., Vilches, D., & Viladrich, C. (2006). Evaluación conductual y programa de asesoramiento personalizado a entrenadores (PAPE) de deportistas. *Revista de Psicología del Deporte*, 15(2), 263-278.
- Subirats, H. J., Carmona, R. G., & Torruella, J. B. (2005). *Análisis de los factores de exclusión social*. Fundación BBVA. Recuperat de [http://www.inau.gub.uy/biblioteca/exclusion\\_social.pdf](http://www.inau.gub.uy/biblioteca/exclusion_social.pdf)
- Torregrosa, M., Sousa, C., Viladrich, C., Villamarín, F., & Cruz, J. (2008). El clima motivacional y el estilo de comunicación del entrenador como predictores del compromiso en futbolistas jóvenes. *Psicothema*, 20(2), 254-259.



# L'ensenyament de l'esport escolar en Educació Secundària segons la formació inicial del professorat

## *Teaching Sport in Schools in Secondary Education According to the Initial Teacher Training*

**MARÍA ESPADA MATEOS**

Departament d'Educació, Mètodes d'Investigació i Avaluació

Facultat de Ciències Humanes i Socials

Universidad Pontificia de Comillas (Espanya)

Departament d'Educació Física i Salut

Facultat d'Educació

Universidad Internacional de La Rioja (Espanya)

**ÁNGEL LUIS CLEMENTE REMÓN**

**JOSÉ ANTONIO SANTACRUZ LOZANO**

Departament de Ciències Biomèdiques II

Facultat de Medicina i Ciències de la Salut

Universidad de Alcalá (Espanya)

**JANA MARÍA GALLARDO PÉREZ**

Facultat de Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport

Universidad Politécnica de Madrid (Espanya)

**Autora per a la correspondència**

**Maria Espada Mateos**

[mariaespada\\_mateos@hotmail.com](mailto:mariaespada_mateos@hotmail.com)

### Resum

La pràctica regular d'activitats físicoesportives extraescolars pot aportar diversos beneficis als participants. No obstant això, aquests beneficis estaran condicionats per la intervenció docent del professorat que imparteix aquest tipus d'activitats, ja que a vegades no té la formació i titulació necessària per desenvolupar aquesta funció docent. Així, l'objectiu principal d'aquesta investigació és analitzar la intervenció docent en l'esport escolar en Educació Secundària en la Comunitat de Madrid. La investigació segueix una metodologia *quantitativa d'estil descriptiu* a través de l'enquesta, que es va fer a 350 docents. Es mostren evidències estadísticament significatives respecte al fet que els docents sense titulació utilitzen en major grau tècniques d'ensenyament directiu [ $\chi^2(10) = 33,430$ ;  $p < .00$ ;  $\Phi = .03$ ] i que en general la majoria dels docents prioritzen la millora de la tècnica sobre altres aspectes [ $\chi^2(5) = 35,337$ ;  $p < .00$ ;  $\Phi = .03$ ]. Entre les conclusions més rellevants d'aquesta investigació, es pot observar que la intervenció docent per part del professorat que imparteix les activitats físicoesportives extraescolars en l'etapa d'Educació Secundària no sempre és adequada, ja que en la majoria dels casos es continua desenvolupant un model d'ensenyament tradicional, on prevalen la recerca del resultat sobre la participació i les tècniques d'ensenyament directiu sobre les de descobriment, així com l'ensenyament de la millora de la tècnica de manera descontextualitzada sobre l'ensenyament de situacions reals de joc.

**Paraules clau:** intervenció docent, formació, esport escolar, professorat, educació secundària

### Abstract

#### *Teaching Sport in Schools in Secondary Education According to the Initial Teacher Training*

*The regular practice of physical and sports extracurricular activities can bring various benefits to participants. However, these benefits will be conditioned by the educational intervention of the staff teaching these activities, since sometimes they lack the training and qualifications needed to develop this teaching function. Thus, the main objective of this research is to analyse the educational intervention in sport in school in Secondary Education in the Community of Madrid. Through a survey conducted with 350 teachers, the research is based on a quantitative and descriptive methodology. The results show statistically significant evidence regarding the unqualified teachers that use directive teaching techniques [ $\chi^2(10) = 33.430$ ;  $p < .00$ ;  $\Phi = .03$ ] and that in general, most teachers prioritize the improvement of technique over other aspects [ $\chi^2(5) = 35.337$ ;  $p < .00$ ;  $\Phi = .03$ ]. Amongst the most important conclusions of this research, we can see that the educational intervention by the staff teaching physical and sports activities in school in Secondary Education is not always appropriate, since in most cases there is still a traditional teaching model being used, where priority is given to searching for results on participation and teaching techniques directives on discovery, as well as teaching how to improve teaching techniques in real match situations in a decontextualized way.*

**Keywords:** educational intervention, training, sport in schools, teachers, secondary education

## Introducció

Les activitats extraescolars estan cobrant una gran rellevància en l'àmbit educatiu. A més a més, dins les diferents activitats extraescolars que existeixen, la pràctica d'activitats físicoesportives és una de les més demanades i portades a terme en el temps lliure dels nens, les nenes i els joves en edat escolar (Cruz, Boixadós, Valiente, & Torregrosa, 2001). No obstant això, diversos estudis han verificat internacionalment una clara disminució del grau de pràctica físicoesportiva en l'etapa d'Educació Secundària (Delgado, 2009; Hernández et al., 2007; Koplán, Liverman, & Kraak, 2005; Sherar et al., 2008; Troiano et al., 2008).

Un altre aspecte rellevant que s'ha de tenir en compte és que en la majoria dels casos aquestes activitats no es desenvolupen de forma adequada pel fet que s'allunyen de les intencions educatives i formatives i es porten a terme amb una clara desconexió respecte a les finalitats de la matèria d'Educació Física desenvolupada en horari lectiu (González & Campos, 2010; Orts, 2005; Tani, 2007).

Davant aquesta situació, i per facilitar aquesta connexió, Fraile (1996) determina la necessitat que els objectius de la pràctica esportiva coincideixin amb els objectius de l'àrea d'Educació Física, amb un ensenyament més globalitzat que afavoreixi la disponibilitat motriu, tractant de connectar la pràctica esportiva escolar amb el concepte d'activitat física saludable.

Per a això, el professorat d'Educació Física dels centres educatius on s'imparteixen les activitats físicoesportives extraescolars i les persones que imparteixen aquestes activitats extraescolars en els mateixos centres educatius han d'estar coordinats, ja que el professorat d'Educació Física pot ser el gran impulsor d'un enfocament participatiu i educatiu d'aquestes activitats (González, 2008).

D'altra banda, perquè existeixi un adequat desenvolupament de les activitats físicoesportives extraescolars cal tenir en compte la intervenció docent en aquestes, ja que avui en dia encara hi ha molts docents que utilitzen models d'ensenyament tradicional, centrats en la consecució i en la recerca de resultats (Blázquez, 2009; Gil, 2007; González, García, Contreras, & Sánchez-Mora, 2009). En aquesta línia, investigacions com la de Borrás, Palau, Ponseti, Vidal i García-Mas (2009) mostren que l'alumnat adolescent que participa en l'esport escolar atorga una im-

portància mínima al valor "guanyar"; a més a més, aquests autors assenyalen la importància d'una adequada intervenció docent per promoure l'esportivitat en l'alumnat.

Per la seva banda, Bunker i Thorpe (1982) van proposar com a alternativa per a l'ensenyament esportiu un nou model denominat *Teaching Games for Understanding* (TGfU). Aquest tipus d'ensenyament se centra en l'alumne i en el joc, ja que l'alumnat participa de forma activa en el procés d'ensenyament-aprenentatge i el professor facilita la implicació de l'alumnat en aquest procés (González, Cecchini, Fernández-Río, & Méndez, 2008; Kirk, 2005).

Respecte d'això, hi ha diversos estudis que mostren la importància d'aplicar els models comprensius en l'ensenyament de l'esport que impliquin cognoscitivament l'alumnat, utilitzant per a això estratègies globals en la pràctica, tècniques d'ensenyament basat en el descobriment o en la indagació a través d'estils d'ensenyament de descobriment guiat i resolució de problemes (González, 2008; Luján & Ha, 2009; Velázquez et al., 2007; Yáñez, 2004).

No obstant això, tal com exposen Griffin i Butler (2005), per aplicar els models comprensius en l'ensenyament de l'activitat física i de l'esport, es necessiten, entre altres factors, un major coneixement del contingut que s'ha d'ensenyar i per tant una adequada formació.

En aquest sentit, Torres (2002) manifesta que únicament comptant amb persones formades correctament es pot treure tot el partit educatiu que l'esport pot propiciar. Així mateix, Orts (2005) afirma que, pel fet que la majoria de les persones que imparteixen activitats físicoesportives extraescolars no tenen titulació, s'enfoquen les activitats de la mateixa manera i amb els mateixos mètodes amb què ells van fer aquesta activitat esportiva i que per això orienten l'activitat des del model tècnic, basat en l'adquisició de destreses, més que en la pròpia essència de joc.

Igualment, Giménez (2009) exposa certs aspectes que s'han de tenir en compte a l'hora de posar en pràctica un model esportiu que cerqui la formació integral dels alumnes. Entre altres aspectes, es fa esment de la millora de la formació del professorat a través d'estratègies noves com el treball en equip i la reflexió sobre la pràctica. A més a més, aquest autor assenjala que dins la formació s'han d'incloure continguts específics de l'entrenament amb infants però també continguts psicopedagògics.

Així, per tot el que s'ha exposat anteriorment, el present treball té com a objectiu conèixer la intervenció docent portada a terme en l'esport escolar en Educació Secundària segons la formació inicial del professorat que la imparteix.

## Material i mètodes

La investigació ha seguit una metodologia *quantitativa d'estil descriptiu* (Alvira, 2002). En el desenvolupament de la metodologia, els procediments que s'han seguit són els propis de l'*enquesta*, ja que s'ha fet l'aplicació d'un procediment estandarditzat de recollida de la informació mitjançant preguntes sobre la mostra de població estudiada (Lussier & Kimball, 2008).

### Selecció de la població i mostra

La població objecte d'estudi han estat les persones que desenvolupen la funció de docència de les activitats físicoesportives extraescolars als centres educatius d'Educació Secundària de la Comunitat de Madrid.

Per establir l'univers objecte d'estudi, el nombre de persones que desenvolupen la funció de docència en les activitats físicoesportives extraescolars als centres educatius d'Educació Secundària de la Comunitat de Madrid, se segueix allò que s'ha exposat per Heinemann (2003), Madella (2003) i Campos (2010), que expliquen que l'esport no és una indústria o una branca industrial; per això, els llocs de treball referits a l'activitat física i l'esport no es recullen estadísticament de manera específica i, com a tals, aquestes dades han de deduir-se de diversos càlculs, enquestes i estadístiques.

Per aquest motiu, tal com exposen Martínez del Castillo (1991) i Campos (2005), és necessari la utilització de llistats indirectes per establir l'univers de treball per a aquesta població d'estudi, ja que la identificació i localització de les unitats de què s'obté la informació és molt complexa i difícil. Els llistats utilitzats en aquesta investigació han estat:

- Llistat de centres educatius d'Educació Secundària de la Comunitat de Madrid dins la "Guia de centres docents de la Comunitat Autònoma de Madrid" (Comunitat de Madrid, 2008a).
- Llistat de municipis i població de la Comunitat Autònoma de Madrid de l'any 2007 (Insti-

tut d'Estadística de la Comunitat de Madrid, 2007).

- Relació de persones que treballen en el Programa Campionats Escolars de la Comunitat Autònoma de Madrid (Comunitat de Madrid, 2008b).

A partir d'aquests llistats i dels valors obtinguts, es calcula un total de 1.650 persones que desenvolupen la funció de docència en les activitats físicoesportives extraescolars en centres educatius d'Educació Secundària de la Comunitat Autònoma de Madrid.

La mostra registra les característiques següents: la grandària de la mostra final va ser de 350 docents de les activitats físicoesportives extraescolars als centres educatius d'Educació Secundària en la Comunitat de Madrid (28 % dones i 72 % homes; 61,2 % menors de 30 anys i 38,8 % majors de 30 anys). Per al càlcul de la grandària de la mostra, es van considerar diversos aspectes: la població era finita; en la variància poblacional es recorre al supòsit més desfavorable en què P i Q eren iguals amb el 50 % cadascuna; l'interval de confiança és de 95,5 %, amb un marge d'error de  $\pm 4,75$  %.

L'afixació de la mostra ha estat proporcional a la distribució de les persones segons grandària demogràfica dels municipis i segons la situació geogràfica dels diferents municipis de la Comunitat de Madrid respecte a les cinc àrees territorials d'aquesta comunitat autònoma. A més a més, es van fer diversos submostres per dispersar la mostra i que influís de forma positiva en la precisió de les estimacions (Rodríguez, 2002). També es va establir una afixació proporcional en funció de la titularitat dels centres educatius (públic i privat) pel fet que podrien obtenir-se diferències importants en els resultats segons la seva titularitat. A més a més, es va decidir entrevistar com a màxim dues persones objecte d'estudi en cada centre educatiu, seguint per a això diferents investigacions, com les d'Almodóvar i Maqueda (2001), Campos (2005), Pablos (2006) i Martínez (2007), en què s'entrevisten dues persones per cada entitat. En fer aquest procediment es va dispersar la mostra i va influir positivament en la precisió de les estimacions; a més a més, va disminuir l'error mostral (Cea, 2001; Rodríguez, 1991).

El tipus de mostatge utilitzat ha estat el mostatge aleatori per conglomerats, dins el qual s'ha utilitzat un mostatge polietàpic, estratificat en primera fase per conglomerats, ja que s'ha seguit una seqüència d'etapes

(aplicant-se un mostratge aleatori en cadascuna de les etapes) de selecció d'unitats mostrals (conglomerats) de major a menor rang, fins a arribar als individus que constitueixen la mostra (Cea, 2001; Rodríguez, 2002; Latorre, Del Rincón, & Arnal, 1997).

## Instrument

L'instrument de recollida de la informació utilitzat ha estat l'entrevista estructurada per mitjà de qüestionari d'intervenció didàctica i recursos humans en l'esport escolar als centres educatius elaborat per González (2007). No obstant això, aquest qüestionari ha estat adaptat per a les activitats i nivells pertanyents a Educació Secundària i per això s'ha validat en dues fases: el judici d'experts i l'estudi pilot.

Inicialment, l'entrevista estandaritzada per mitjà de qüestionari dissenyada ha estat revisada per cinc persones expertes, doctors i llicenciats en Educació Física o en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport.

Després s'ha efectuat una prova pilot, en la qual s'ha fet l'entrevista a setanta persones amb característiques similars a la població que s'anava a estudiar. Aquesta quantitat estableix la validació de la mateixa entrevista, ja que la quantitat de persones a qui s'ha fet l'entrevista és suficient per validar aquest qüestionari segons el que han exposat, entre altres autors, Azorín i Sánchez-Crespo (1994), Cea (2001) García Ferrando (2002) i Visauta (1989).

Per tant, l'eina utilitzada per recollir la informació ha estat l'entrevista estructurada per mitjà de qüestionari, la qual es compon de 55 preguntes tancades que recullen cinc dimensions relacionades amb les característiques estructurals i organitzatives de les activitats físicoesportives extraescolars, les característiques sociodemogràfiques de les persones que treballen en aquestes activitats, així com les característiques laborals, els aspectes didàctics i les característiques formatives d'aquestes persones.

Per a la realització d'aquest estudi, de tot el qüestionari s'han seleccionat les dimensions d'aspectes didàctics i les característiques formatives d'aquestes persones, les variables de les quals són metodologia i formació inicial, així com els ítems relacionats amb l'objectiu de l'estudi.

## Procediment

Aquesta investigació ha estat de *tipus transversal* (Thomas & Nelson, 2007) pel fet que l'obtenció de la informació es desenvolupa en un únic període en el temps: el curs acadèmic 2008-2009, i més concretament entre els mesos d'octubre de 2008 a maig de 2009, ja que les activitats físicoesportives extraescolars als centres educatius se solen fer en aquest període de temps.

Les 350 entrevistes de la mostra han estat fetes per una única entrevistadora de forma personal (cara a cara); aquest procediment afavoreix que les respostes siguin de més qualitat i espontaneïtat (Cea, 2001; Lyberg, Biemer, De Leeuw, Dippo, & Trewin, 1997).

L'anàlisi de dades ha estat efectuada després de tabular-les i mecanitzar-les informàticament. S'ha fet una anàlisi descriptiva univariable i bivivariable i una anàlisi inferencial a través de taules de contingència que inclouen el valor de  $\chi^2$  quadrat de Pearson i la seva significació, així com el coeficient de correlació Fi. Per a això s'ha emprat el paquet estadístic SPSS per a Microsoft Windows (v. 15.0).

## Resultats

Tal com s'observa en la *taula 1*, els tècnics esportius superiors són les persones que major percentatge presenten sobre la resta de les titulacions (80,5 %) respecte a la consideració que els objectius de les activitats físicoesportives extraescolars sí que coincideixen amb els objectius de la matèria d'Educació Física, seguits pels llicenciats en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport,

| Titulació / relació objectius                                  | Sí    | No    | En algunes activitats sí i en altres no | Total |
|----------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------------------------------|-------|
| No té cap titulació d'activitat física i esport                | 59,9% | 29,4% | 10,7%                                   | 100%  |
| Llicenciat en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport     | 69,4% | 22,2% | 8,3%                                    | 100%  |
| Mestre especialista en Educació Física                         | 69,2% | 23,1% | 7,7%                                    | 100%  |
| Tècnic superior en Animació d'Activitats Físiques i Esportives | 62,5% | 20,8% | 16,7%                                   | 100%  |
| Tècnic esportiu superior                                       | 80,5% | 4,9%  | 14,6%                                   | 100%  |
| Tècnic esportiu                                                | 59,4% | 28,1% | 12,5%                                   | 100%  |

**Taula 1**  
Opinió sobre si els objectius de les activitats es relacionen amb la matèria d'Educació Física segons la formació inicial



► **Taula 2**

Consideració de l'existència d'una coordinació amb el professorat d'educació física del centre educatiu segons la formació inicial

| Titulació / coordinació professorat educació física            | Positiva i necessària | Positiva però no necessària | Ni positiva ni necessària | Total |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|-------|
| No té cap titulació d'activitat física i esport                | 30,6%                 | 41,4%                       | 27,9%                     | 100%  |
| Llicenciat en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport     | 64,9%                 | 21,6%                       | 13,5%                     | 100%  |
| Mestre especialista en Educació Física                         | 34,5%                 | 41,4%                       | 24,1%                     | 100%  |
| Tècnic superior en Animació d'Activitats Físiques i Esportives | 58,6%                 | 24,1%                       | 17,2%                     | 100%  |
| Tècnic esportiu superior                                       | 45,5%                 | 29,1%                       | 25,5%                     | 100%  |
| Tècnic esportiu                                                | 44,9%                 | 35,5%                       | 19,6%                     | 100%  |

els mestres especialistes en educació física i els tècnics superiors en Animació d'Activitats Físiques i Esportives. Finalment, les persones no titulades i els tècnics esportius són els que major percentatge presenten en la consideració que els objectius de les activitats fisicoesportives extraescolars no coincideixen amb els objectius de la matèria d'Educació Física. D'altra banda, en totes les persones titulades i en les persones que no tenen cap titulació de l'activitat física i de l'esport, existeix un petit percentatge menor de 17 % que considera que en algunes activitats fisicoesportives extraescolars sí que coincideixen els objectius amb els de la matèria d'Educació Física i en altres activitats no. No obstant això, no s'ha obtingut una relació estadísticament significativa entre aquestes variables [ $\chi^2 (15) = 15,683$ ;  $p < ,40$ ;  $\Phi = ,02$ ].

Quant a l'opinió sobre la relació del docent d'activitats fisicoesportives extraescolars amb el professorat d'Educació Física del centre on s'imparteixen les activitats (vegeu *taula 2*), s'obté que els llicenciats en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport i els tècnics superiors en Animació d'Activitats Fisicoesportives són els que, en majors percentatges (64,9 % i 58,6 % respectivament) exposen que seria positiva i necessària una coordinació amb el professorat d'Educació Física per a l'adequat desenvolupament de les activitats fisicoesportives extraescolars. D'altra banda, les persones que no tenen titulació d'activitat física i esport són les que en major grau, amb 27,9 %, consideren que aquesta pos-

sible coordinació no seria ni positiva ni necessària. Els mestres especialistes en educació física i les persones que no tenen titulació són els que majors percentatges presenten (41,4 %) respecte a la consideració que aquesta coordinació seria positiva però no necessària. En últim lloc, es pot observar que no hi ha una relació significativa entre ambdues variables [ $\chi^2 (15) = 18,161$ ;  $p < ,25$ ;  $\Phi = ,02$ ].

Respecte a l'orientació metodològica que el professorat utilitza principalment en el desenvolupament de les classes d'activitats fisicoesportives extraescolars, en la *taula 3* s'observa que, independentment de la seva formació inicial, la majoria orienta les seves classes utilitzant la tècnica d'ensenyament d'instrucció directa, si bé són els tècnics superiors en Animació d'Activitats Físiques i Esportives els que en menor percentatge empen aquesta tècnica d'ensenyament (55,2 %), seguits dels mestres especialistes en educació física (58,6 %). A més a més, són els mestres especialistes en educació física els que més utilitzen el descobriment com a tècnica d'ensenyament a les seves classes. A l'últim, les persones que no tenen titulació de l'activitat física i de l'esport són les que presenten un major percentatge en la utilització de les tècniques d'ensenyament d'instrucció directa, amb 82,1 %. Finalment, cal destacar que s'ha obtingut una relació moderada i significativa entre ambdues variables [ $\chi^2 (10) = 33,430$ ;  $p < ,00$ ;  $\Phi = ,03$ ].

D'altra banda, en la *taula 4* es pot apreciar la relació entre les estratègies d'ensenyament utilitzat pel

► **Taula 3**

Orientació metodològica segons la formació inicial

| Titulació / orientació metodològica                            | Instrucció directa | Descobriment | Totes dues | Total |
|----------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|------------|-------|
| No té cap titulació d'activitat física i esport                | 82,1%              | 6,3%         | 11,6%      | 100%  |
| Llicenciat en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport     | 67,6%              | 5,4%         | 27%        | 100%  |
| Mestre especialista en Educació Física                         | 58,6%              | 13,8%        | 27,6%      | 100%  |
| Tècnic superior en Animació d'Activitats Físiques i Esportives | 55,2%              | 3,4%         | 41,4%      | 100%  |
| Tècnic esportiu superior                                       | 81,8%              | 1,8%         | 16,4%      | 100%  |
| Tècnic esportiu                                                | 66,9%              | 8,6%         | 24,5%      | 100%  |

| Titulació/estratègia d'ensenyament                             | Tècnica i jocs | Jocs, tècnica i jocs | Combina les dues primeres | Tota la sessió jocs | Tota la sessió tècnica | Total |
|----------------------------------------------------------------|----------------|----------------------|---------------------------|---------------------|------------------------|-------|
| No té cap titulació d'activitat física i esport                | 81,1%          | 10,8%                | 1,8%                      | 4,5%                | 1,8%                   | 100%  |
| Llicenciat en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport     | 54,1%          | 35,1%                | 8,1%                      | 2,7%                | 0%                     | 100%  |
| Mestre especialista en Educació Física                         | 55,2%          | 37,9%                | 6,9%                      | 0%                  | 0%                     | 100%  |
| Tècnic superior en Animació d'Activitats Físiques i Esportives | 65,5%          | 27,6%                | 3,4%                      | 3,4%                | 0%                     | 100%  |
| Tècnic esportiu superior                                       | 76,4%          | 16,4%                | 3,6%                      | 3,6%                | 0%                     | 100%  |
| Tècnic esportiu                                                | 61,2%          | 28,8%                | 7,2%                      | 1,4%                | 1,4%                   | 100%  |

**Taula 4**

Estratègies d'ensenyament utilitzat pel professorat segons la seva formació inicial

professorat en funció de la seva formació inicial. Totes les persones titulades, així com les persones no titulades, organitzen principalment la progressió en els aprenentatges de manera que comencen les classes amb l'ensenyament de les habilitats tècniques (de manera analítica) i finalitzen amb jocs i/o partits, encara que són les persones que no tenen titulació de l'activitat física i de l'esport les que majors percentatges presenten, 81,1 %. No obstant això, els llicenciats en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport i els mestres especialistes en educació física utilitzen en primer lloc en major grau altres progressions com jocs, després l'ensenyament d'habilitats tècniques i finalment un altre cop jocs i/o partits. Així mateix, cal destacar que els mestres especialistes en educació física són els únics que no empen tot el temps de les seves classes en la realització de jocs, en què l'alumnat aprèn a través d'experiències pròpies i de la recerca de situacions motrius en el desenvolupament dels jocs. Així mateix, un petit percentatge (menor de 2%) dels tècnics esportius i les persones que no tenen

titulació de l'activitat física i de l'esport utilitzen estratègies d'ensenyament d'habilitats tècniques de manera analítica durant tota la sessió, sent els únics que utilitzen aquest tipus d'estratègies d'ensenyament. Finalment, s'observa que no hi ha una relació significativa entre les variables [ $\chi^2(25) = 21,678$ ;  $p < ,65$ ;  $\Phi = ,02$ ].

D'altra banda, en analitzar els aspectes que el professorat de les activitats físicoesportives extraescolars prioritza en el seu ensenyament (vegeu *taula 5*), s'obté que la tècnica és l'aspecte principal, independentment del tipus de titulació d'activitat física i esport o la carència de titulació del professorat. Així, per als tècnics esportius i per als llicenciats en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport aquest aspecte presenta els majors percentatges, amb 38,6 % i 30,1 % respectivament, encara que el professorat que té la resta de titulacions de l'activitat física i de l'esport s'aproxima també a aquests percentatges, i són els mestres especialistes en educació física els que menors percentatges presenten (22,5 %). No obstant això, amb el mateix percentatge (22,5 %), la

| Titulació / aspectes                                           | Tècnica | Tàctica | Físic | Psicològic | Actitudinal | Conceptual | No prioritza | Total |
|----------------------------------------------------------------|---------|---------|-------|------------|-------------|------------|--------------|-------|
| No té cap titulació d'activitat física i esport                | 29,4%   | 19,7%   | 10,8% | 6,7%       | 9,7%        | 5%         | 18,6%        | 100%  |
| Llicenciat en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport     | 30,1%   | 20,5%   | 9,6%  | 7,2%       | 14,5%       | 6,0%       | 12%          | 100%  |
| Mestre especialista en Educació Física                         | 22,5%   | 22,5%   | 12,5% | 5%         | 10%         | 2,5%       | 25%          | 100%  |
| Tècnic superior en Animació d'Activitats Físiques i Esportives | 27,6%   | 20,7%   | 12,1% | 8,6%       | 12,1%       | 6,9%       | 12,1%        | 100%  |
| Tècnic esportiu superior                                       | 27,9%   | 7,4%    | 16,2% | 7,4%       | 4,4%        | 2,9%       | 33,8%        | 100%  |
| Tècnic esportiu                                                | 38,6%   | 14%     | 15,8% | 8,8%       | 5,3%        | 1,8%       | 15,8%        | 100%  |

**Taula 5**

Aspectes que prioritza el professorat en l'ensenyament de les activitats físicoesportives extraescolars segons la seva formació inicial

tàctica presenta majors percentatges en els mestres especialistes en educació física que en la resta dels titulats. A més a més, els aspectes físics, psicològics i conceptuals tenen percentatges molt similars en totes les titulacions i en els docents no titulats. S'ha de subratllar que en totes les titulacions, així com en les persones que no tenen titulació d'activitat física i esport, hi ha un percentatge de persones que no prioritzen uns aspectes sobre altres, i són els tècnics esportius superiors els que major percentatge presenten (33,8 %). Finalment, s'ha obtingut que hi ha una relació moderada i significativa entre ambdues variables [ $\chi^2$  (5) = 35,337;  $p < ,00$ ;  $\Phi = ,03$ ].

## Discussió i conclusions

Respecte a la consideració sobre si els objectius de les activitats físicoesportives extraescolars tenen relació amb els objectius de l'àrea d'Educació Física, en la investigació portada a terme s'obté que més de la meitat del professorat, independentment de la seva formació inicial, considera que sí que tenen relació. Quant a les persones titulades, els tècnics esportius superiors són les persones que major percentatge presenten quant a aquesta consideració (80,5 %), seguits dels llicenciats en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport, els tècnics superiors en Animació d'Activitats Físiques i Esportives i els mestres especialistes en Educació Física. Aquests resultats coincideixen amb els obtinguts en l'estudi portat a terme per González i Campos (2010) sobre les activitats físicoesportives extraescolars en Educació Primària, en què els llicenciats en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport, els mestres especialistes en Educació Física, els tècnics superiors en Animació d'Activitats Físiques i Esportives i els tècnics esportius superiors són els que majors percentatges mostren quant a la consideració que sí que hi ha relació entre els objectius de les activitats físicoesportives extraescolars i els de l'àrea d'Educació Física del centre.

A més a més, en el present estudi únicament els llicenciats en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport i els tècnics superiors en Animació d'Activitats Físiques i Esportives presenten percentatges en què s'observa que més de la meitat de les persones entrevistades consideren positiu i necessari que existeixi una coordinació amb el professorat d'Educació Física del centre per a l'adequat desenvolupament de les activitats físicoesportives extraescolars. En la resta de persones titulades i en les persones que no tenen titulació, s'obtenen percentatges menors de 50 % en aquest sentit. A més a més, les

persones que no tenen cap tipus de titulació de l'activitat física i de l'esport són les que en major grau, amb 27,9 %, consideren que aquesta coordinació no seria ni positiva ni necessària. Respecte d'això, Moreno i Gutiérrez (1999) consideren que qualsevol persona emprada per al desplegament de les activitats físicoesportives extraescolars ha de mantenir un contacte directe amb el professor d'educació física del centre on desenvolupen les seves activitats, a fi de conèixer els objectius i les línies d'acció que estan sent treballades i que han d'estar reflectides en la corresponent programació d'aula. Així mateix, González (2008) exposa que aquesta coordinació és necessària, ja que el professorat d'educació física pot ser el gran impulsor d'un enfocament participatiu i educatiu d'aquestes activitats.

D'altra banda, en analitzar la metodologia que el professorat utilitza a l'hora d'impartir les activitats físicoesportives extraescolars, en el present estudi s'obté que l'orientació metodològica predominant, independentment de la formació inicial del professorat, són les tècniques d'ensenyament d'instrucció directa. Cal assenyalar que són les persones que no tenen titulació de l'activitat física i de l'esport les que presenten un major percentatge en la utilització d'aquestes tècniques d'ensenyament, amb 82,1 %. Aquestes dades coincideixen amb les obtingudes en l'estudi de Viciano, Zabala i Lozano (2001), en el qual es va observar un predomini dels mètodes d'ensenyament tradicional en l'Educació Secundària, ja que cap docent utilitzava tècniques d'ensenyament d'indagació, encara que el 65 % manifestava combinar les dues tècniques, amb predomini de la instrucció directa, i el 35 % utilitzava com a única alternativa la instrucció directa.

En aquest sentit, González, Gil, Contreras i González (2009) exposen que la utilització del model tradicional o tècnic en l'àmbit de l'ensenyament esportiu està sotmès a nombroses crítiques, ja que l'alumnat que aprèn amb aquest model no aconsegueix l'èxit, sap poc sobre els jocs, té tècniques que no sap aplicar, una pobra capacitat per prendre decisions i a més a més és dependent del professor. Aquests mateixos autors manifesten que l'aprenentatge basat en la resolució de problemes proposats ofereix grans possibilitats en l'aprenentatge de l'alumnat, ja que emfatitza en la interlocutòria i l'autoformació, processos que es faciliten per la dinàmica de l'enfocament i la seva concepció constructivista, es fomenta l'autonomia, s'ensenyà i s'aprèn a partir de problemes que tenen significat per a l'alumnat i s'utilitza l'error com una oportunitat per a l'aprenentatge.

Per tot això, el professorat d'activitats físicoesportives extraescolars, encarregat de l'ensenyament físicoesportiu d'alumnat en edat escolar, hauria de replantejar-se la utilització d'un model més actual, allunyat dels models tècnics i tradicionals.

A més a més, en el present estudi s'ha analitzat la relació entre les estratègies d'ensenyament utilitzades pel professorat en funció de la seva formació inicial. Així, en analitzar els resultats es comprova que les persones que no tenen titulació són les que majors percentatges presenten quant a començar les classes amb l'ensenyament de les habilitats tècniques (de manera analítica) i finalitzar amb jocs i/o partits. Al contrari, els llicenciats en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport i els mestres especialistes en Educació Física són els que majors percentatges presenten quant a la utilització d'altres estratègies d'ensenyament, com la realització de jocs en primer lloc, el posterior aprenentatge d'habilitats tècniques i la finalització de la sessió fent novament jocs i/o partits. En aquesta línia, en la investigació feta per González i Campos (2010) també es conclou que són les persones que no tenen titulació d'activitat física i esport (amb el 47 %) i els tècnics esportius (amb el 47 %) els que en major grau organitzen la progressió en els aprenentatges, de manera que comencen les classes amb l'ensenyament de les habilitats tècniques (de manera analítica) i després acaben amb jocs i/o partits.

No obstant això, diversos autors (Delgado, 1991; Giménez, 2000; Águila & Casimiro, 2000) coincideixen que en la intervenció docent del professorat s'ha de cercar el desenvolupament cognitiu de l'alumnat perquè porti a efecte la seva intel·ligència motriu, utilitzant per a això estratègies globals en la pràctica.

Finalment, en el present estudi es conclou que l'ensenyament de la tècnica és l'aspecte que en major grau prioritza el professorat, independentment del tipus de titulació d'activitat física i esport o la carència d'aquesta. Aquestes dades coincideixen amb les obtingudes en l'estudi de Yagüe (1998), on es conclou que l'ensenyament de la tècnica preval sobre l'ensenyament de la tàctica. En aquest sentit, Yáñez (2004) exposa que per portar a terme un aprenentatge basat en la comprensió per part de l'alumnat, s'ha de desenvolupar la tàctica i l'estratègia juntament amb la tècnica utilitzant per a això jocs modificats. Igualment, Giménez (2009) manifesta que els nous mètodes d'ensenyament plantegen el treball de tots aquests aspectes de forma conjunta, la qual cosa comporta un aprenentatge més global, real i motivador per a l'alumnat.

Respecte d'això, Delgado (2002) i Aguado, Castejón i De la Calle (2002) consideren que en l'esport escolar es posa massa èmfasi en la millora de la tècnica, ja que es prioritza aquest aspecte en l'ensenyament i es deixa en un segon pla la mateixa essència del joc.

En aquest sentit, Pearson, Towns, Rowland i Webb (2004) determinen que aquells professors que tenen una inadequada formació no se senten capacitats per utilitzar mètodes d'ensenyament en què es convida l'alumnat a la reflexió i presa de decisions, de tal manera que prioritzen en el seu ensenyament els aspectes tècnics. Igualment, McPhail (2007) exposa la importància de la formació del professorat per poder desenvolupar eficaçment el procés d'ensenyament.

A manera de conclusió, cal destacar que malgrat que la majoria del professorat, independentment de la seva formació inicial, considera que els objectius de les activitats que imparteix han de tenir relació amb els de l'àrea d'Educació Física del centre, moltes d'aquestes persones manifesten que la coordinació amb el professorat d'aquesta matèria no és positiva i necessària, i són les persones que no tenen una titulació d'activitat física i esport les que majors percentatges presenten en aquest sentit. A més a més, es comprova que es continuen utilitzant majoritàriament tècniques d'ensenyament d'instrucció directa i estratègies basades en l'ensenyament de les habilitats tècniques (de manera analítica), sobretot per part de les persones que no tenen titulació d'activitat física i esport. Així mateix, cal fer ressaltar que el professorat prioritza fonamentalment aspectes tècnics, independentment de la seva formació inicial.

Finalment, per tot allò que s'ha exposat en aquest treball, s'ha de tenir en compte la importància de la coordinació entre el professorat de les activitats físicoesportives extraescolars i el professorat d'educació física del centre on s'imparteixen, a fi que existeixi una connexió entre ambdues i que d'aquesta manera els objectius puguin estar relacionats. A més a més, el professorat hauria de reflexionar sobre el predomini dels models d'ensenyament tradicional, basats únicament en l'ensenyament tècnic i deixant en un segon pla aspectes eminentment educatius, com ara els actitudinals i conceptuals, ja que d'aquesta manera es pot aconseguir un desenvolupament molt més harmònic i integral de l'alumnat. Per a això és necessari que les persones que treballen desenvolupant la funció de docència d'activitats físicoesportives extraescolars tinguin alguna de les diferents titulacions oficials de l'activitat física i de l'esport.



## Referències

- Águila, C., & Casimiro, A. (Abril, 2000). Consideraciones metodológicas para la enseñanza de los deportes colectivos en edad escolar. *Lecturas: Educación Física y Deportes* (20). Recuperat de <http://www.efdeportes.com>
- Almodóvar, A., & Maqueda, J. (2001). *IV Encuesta nacional de condiciones de trabajo*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Alvira, F. (2002). Diseños de investigación social: Criterios operativos. A F. Alvira, M. García Ferrando & J. Ibáñez (Comps.), *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación* (3a ed.) (pàg. 99-125). Madrid: Alianza editorial.
- Azorín, F., & Sánchez-Crespo J. L. (1994). *Métodos y aplicaciones de muestreo*. Madrid: Alianza editorial.
- Blázquez, D. (2009). Educación Física. Nuevas tendencias y perspectivas de futuro. A González-Gross et al., *Physical Activity and Health Education in European Schools* (pàg. 93-100). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Borrás, P. A., Palau, P., Ponseti, F. J., Vidal, J., & García-Mas, A. (2009). La educación en valores en la práctica deportiva de los adolescentes: efectos de una intervención para la promoción de la deportividad sobre la estructura de valores de los deportistas. *Revista Española de Pedagogía* (243), 355-370.
- Bunker, D., & Thorpe, R. (1982). A model for the teaching of games in secondary schools. *Bulletin of Physical Education*, 18(1), 5-8.
- Campos, A. (2005). *Situación profesional de las personas que trabajan en funciones de actividad física y deporte en la Comunidad Autónoma Valenciana (2004)* (Tesi doctoral). Universidad de Valencia, Valencia.
- Campos, A. (2010). *Dirección de recursos humanos en las organizaciones de actividad física y deporte*. Madrid: Síntesis.
- Aguado, R., Castejón, F. J., & De la Calle, M. (2002). La enseñanza del deporte con diferentes estrategias de enseñanza: Técnica, táctica y técnico-táctica. *Revista de Educación Física* (86), 27-33.
- Cea, M. A. (2001). *Metodología cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social*. Madrid: Síntesis.
- Comunidad de Madrid (2008a). *Guía de centros docentes de la Comunidad de Madrid*. Recuperado de [www.madrid.org/centros\\_docentes/guia/index.html](http://www.madrid.org/centros_docentes/guia/index.html)
- Comunidad de Madrid (2008b). *Campeonatos Escolares de la Comunidad de Madrid*. Recuperat de [www.campeonatosescolares.es](http://www.campeonatosescolares.es)
- Cruz, J., Boixadós, M., Valiente, L., & Torregrosa, M. (2001). Es perd el "fairplay" i l'esportivitat a l'esport en edat escolar? *Apunts. Educació Física i Esports* (64), 6-18.
- Delgado, M. (2009). La escuela y la Educación Física como agentes de promoción de la actividad física. A Ruiz, Checa & Ros (Coords.). *Centro escolar promotor de actividad físico-deportiva-recreativa saludable. Respuestas a problemas de sedentarismo y obesidad*. Ceuta: ADEFIS.
- Delgado, M. A. (1991). *Los Estilos de Enseñanza en la Educación Física. Propuesta para una Reforma para la Enseñanza*. Granada: ICE.
- Delgado, M. A. (2002). El deporte en los centros de enseñanza andaluces 2001. A Excmo. Ayuntamiento de Dos Hermanas (Ed.), *Deporte y Municipio. II Congreso Nacional del Deporte en Edad Escolar* (pàg. 55-92). Sevilla: Excmo. Ayuntamiento de Dos Hermanas, Patronato Municipal de Deportes.
- Fraile, A. (1996). Reflexiones sobre la presencia del deporte en la escuela. *Revista de educación Física. Renovar la teoría y la práctica* (64), 5-10.
- García Ferrando, M. (2002). La encuesta. A F. Alvira, M. García Ferrando & J. Ibáñez (Comps.), *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación* (3a ed.) (pàg. 141-170). Madrid: Alianza editorial.
- Gil, P. A. (2007). *Metodología didáctica de las actividades físicas y deportivas. Manual para la enseñanza y animación deportiva*. Sevilla: Wanceulen.
- Giménez, F. J. (2000). *Fundamentos básicos de la iniciación deportiva en la escuela*. Sevilla: Wanceulen.
- Giménez, F. J. (2009). En busca de un modelo válido para la enseñanza del deporte durante la etapa escolar. A J. F. Ruiz, J. J. Checa & E. Ros (Coords.), *Centro escolar promotor de actividad físico-deportiva-recreativa saludable. Respuesta a problemas de senderismo y obesidad* (pàg. 285-298). Ceuta: FEADef y ADEFIS.
- González, M. D. (2007). *Elaboración y validación de una entrevista estandarizada por medio de cuestionario para el estudio del deporte escolar en los centros educativos de la Comunidad Autónoma de Madrid: la intervención didáctica y los recursos humanos en las actividades físico-deportivas extraescolares* (Treball de recerca). Universitat de València, València.
- González, M. D. (2008). *El deporte escolar en la comunidad autónoma de Madrid: Intervención didáctica y recursos humanos en las actividades físico-deportivas extraescolares en los centros educativos*. (Tesi doctoral). Universitat de València, València.
- González, M. D., & Campos, A. (2010). La intervención didáctica del docente del deporte escolar, según su formación inicial. *Revista de Psicodidáctica*, 15(1), 101-120. Recuperat de [www.ehu.es/revista-psicodidactica](http://www.ehu.es/revista-psicodidactica)
- González, S., García, L. M., Contreras, O. R., & Sánchez-Mora, D. (2009). El concepto de iniciación deportiva en la actualidad. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación* (15), pàg. 14-20.
- González, S., Gil, P., Contreras, O. R., & González, I. (2009). Estableciendo nuevas competencias en el profesorado de Educación Física desde su propia práctica: la enseñanza comprensiva en la iniciación del voleibol. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(4), 1-19.
- González, C., Cecchini, J. A., Fernández-Río, J., & Méndez, A. (2008). Posibilidades del modelo comprensivo y del aprendizaje cooperativo para la enseñanza deportiva en el contexto educativo. *Aula Abierta*, 36(1), 27-38.
- Griffin, L. L., & Butler, J. I. (2005). *Teaching games for understanding: Theory, Research and Practice*. Champaign, IL.: Human Kinetics.
- Heinemann, K. (2003). *Introducción a la metodología de la investigación empírica*. Barcelona: Paidotribo.
- Hernández, J. L., Velázquez, R., Curiel, D. A., Garoz, I., López C., López, A., ... Castejón, F. J. (2007). Evaluación de ámbitos de la capacidad biológica y de hábitos de práctica de actividad física. Estudio de la población escolar española. *Revista de Educación* (343), 177-198.
- Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (2007). *Demografía y población*. Recuperat de <http://www.madrid.org/iestadist>
- Kirk, D. (2005). Future prospects for Teaching Games for Understanding. A L. Griffin & J. Butler (Eds.), *Teaching Games for Understanding: theory research and practice*. Windsor: Human Kinetics.
- Koplan, J. P., Liverman, C. T., & Kraak, V. I. (2005). Preventing childhood obesity. *Issues in Science and Technology*, 3(21), 57-64.
- Latorre, A., Del Rincón, D., & Arnal, J. (1997). *Bases metodológicas de la investigación*. Barcelona: Hurtado Ediciones.
- Luján, C., & Ha, A. (2009). Pre-service teachers' perception of teaching games for understanding: A Hong Kong perspective. *European Physical Education Review*, 15(3), 407-429. doi:10.1177/1356336X09364724
- Lussier, R. N., & Kimball, D. C. (2008). *Applied sport management skills*. Champaign: Human Kinetics.
- Lyberg, L., Biemer, P., De Leeuw, E., Dippo, C., & Trewin, D. (1997). *Survey Measurement and Process Quality*. Canada: Wiley Series in Probability and Statistics. doi:10.1002/9781118490013

- Madella, A. (2003). Methods for analysing sports employment in Europe. *Managing Leisure*, 8(2), 56-59. doi:10.1080/1360671032000085675
- Martínez del Castillo, J. (Dir.). (1991). *La estructura ocupacional del deporte en España. Encuesta realizada sobre los sectores de Entrenamiento, Docencia, Animación y Dirección*. Madrid: CSD.
- Martínez, G. (2007). *Los recursos humanos de la actividad física y del deporte en la Comunidad Autónoma Valenciana* (Tesi doctoral). Universitat de València, València.
- Mcphail, A. (2007). Learning to teach sport education: The experiences of a pre-service teacher. *European Physical Education Review*, 13(2), 229-246. doi:10.1177/1356336X07076878
- Moreno, J. A., & Gutiérrez, M. (1999). Perfil de los educadores de programas acuáticos. *Revista Española de Educación Física y Deporte*, 6(1), 12-23.
- Orts, F. (2005). *La gestión municipal del deporte en edad escolar*. Barcelona: INDE.
- Pablos, C. (2006). *Empleo y Deporte: situación laboral de las personas que trabajan en actividad física y deporte en la Comunidad Valenciana*. València: Conselleria d'Educació, Cultura i Esport, CC.AA.-UIRFIDE.
- Pearson, P., Towns, J., Webb, P., & Rowland, G. (2004). Game sense online - utilising the web for the professional development of physical and health education teachers. A R. Light, K. Swabey & R. Brooker (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Conference: Teaching Sport and Physical Education for Understanding* (pàg. 62-70). Austràlia: University of Melbourne.
- Rodríguez, J. (1991). *Métodos de muestreo*. Madrid: CIS.
- Rodríguez, J. (2002). La muestra: teoría y aplicación. En F. Alvira, M. García Ferrando & J. Ibáñez (Comps.), *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación* (3a ed.) (pàg. 445-482). Madrid: Alianza editorial.
- Sherar, L. B., Gyurcsik, N. C., Humbert, M. L., Dyck, R. F., Fowler-Kerry, S., & Baxter-Jones, A. (2008). Activity and Barriers in Girls (8-16 yr) Based on Grade and Maturity Status. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 87-95. doi:10.1249/MSS.0b013e31818457e6
- Tani, G. (2007). Desporto e Escola. Que diálogo ainda é possível? A J. Olímpio & J. M. Constantino (Coords.), *Em Defesa do Desporto* (pp. 269-287). Coimbra: Almedina.
- Thomas, J. R., & Nelson, J. K. (2007). *Research Methods in Physical Activity*. United States: Human Kinetics. doi:10.1029/2006JG000318
- Torres, J. (2002). La educación en valores en el deporte en edad escolar desde la perspectiva municipal. A Excmo. Ayuntamiento de Dos Hermanas (Org.), *Deporte y Municipio, II Congreso Nacional de Deporte en Edad Escolar, Volumen I* (pàg. 19-53). Sevilla: Excmo. Ayuntamiento de Dos Hermanas, Patronato Municipal de Deportes de Dos Hermanas.
- Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Mâsse L. C., Tillet, T. & McDowell, M. (2008). Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine Science of Sport Exercice*, 40(1), 181-188.
- Velázquez, R., Hernández, J. L., Garoz, I. López, C., López, M.ª Á., Maldonado, A., ... Castejón, F. J. (2007). Calidad de enseñanza en Educación Física y Deportiva y discurso docente: el caso de la Comunidad de Madrid. *Revista de Educación* (344), 447-467.
- Viciano, J., Zabala, M., & Lozano, L. (2001). Análisis de los aspectos generales de la intervención docente en la enseñanza de los deportes en la ESO. A F. J. Campos, S. Llana & R. Aranda. *Nuevas aportaciones al estudio de la actividad física y el deporte, II Congreso de Ciencias de la Actividad física y el Deporte*. València: Facultat de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport, Universitat de València.
- Visauta, B. (1989). *Técnicas de investigación social. I: recogida de datos*. Barcelona: PPU.
- Yagüe, J. M. (1998). El trabajo colaborativo como estrategia de formación permanente del entrenador de fútbol (Tesi doctoral). Universidad de Valladolid, Valladolid.
- Yáñez, J. (2004). *La enseñanza del deporte colectivo en educación secundaria: la utilización de procesos de transferencia para el aprendizaje de soluciones tácticas* (Tesi doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

# Fonts d'alteració dels jutges i oficials de regates a vela durant la competició

## *Sources of Alteration of Judges and Officials of Sailing during Competitions*

**JORDI RENOM PINSACH**

Departament de Metodologia de les Ciències del Comportament  
Facultat de Psicologia  
Universitat de Barcelona (Espanya)

**ANDY HALCÓN PALENCIA**

Universitat de les Illes Balears (Espanya)

**Autor per a la correspondència**

Jordi Renom Pinsach  
[jrenompinsach@ub.edu](mailto:jrenompinsach@ub.edu)

### Resum

El 2007 es van estudiar per primera vegada les percepcions i creences dels jutges i oficials de regates espanyols respecte al seu rol i activitat. A partir d'aquesta informació, des de la Reial Federació Espanyola de Vela es van iniciar una sèrie d'accions formatives i estudis destinats a aprofundir en els factors que incideixen en el rendiment d'aquest col·lectiu. En aquest procés, el present treball exposa els resultats sobre el perfil emocional que experimenten durant les regates. Les dades aportades pels 190 jutges i oficials (que constitueixen gairebé la població total del col·lectiu en el moment de l'estudi) han fet replantejar alguns tèmics sobre la seva feina. També han proporcionat informació per elaborar programes d'intervenció psicològica que els permetin afrontar millor les seves tasques durant la competició.

**Paraules clau:** arbitratge esportiu, regates a vela, habilitats psicològiques, qüestionari

### Abstract

#### *Sources of Alteration of Judges and Officials of Sailing during Competitions*

*In 2007 perceptions and beliefs of judges and officials of Spanish regattas regarding its role and activity were studied for the first time. From this information, the Royal Spanish Sailing Federation started a series of training activities and studies to delve into the factors affecting the performance of this group. In this study, this paper presents the results on the emotional profile during the racing experience. The data provided by the 190 judges and officials (which constituted almost the total population of the group at the time of the study) has led some of its work topics to be re-assessed. They have also provided information to develop psychological intervention programs that enable them to better cope with their tasks during the competition.*

**Keywords:** sports arbitrage, sailing regattas, psychological skills, questionnaire

### Introducció

L'estudi de les emocions associades a la pràctica esportiva és un dels principals tòpics d'investigació i intervenció en l'àmbit de la psicologia de l'esport. El seu efecte en el rendiment esportiu és evident, ja que alteren l'atenció i la concentració establint així predisposicions en la manera com els practicants afronten els seus reptes. En aquest context, la navegació a vela és una activitat complexa amb una elevada varietat d'accions, situacions i incerteses (Beggs, Derbyshire, & Whitmore, 1993; Noble & Hogbin, 2001; Twiname, 1993). Els pocs estudis sobre navegants mostren l'equilibri d'habilitats tècniques, tàctiques i psicològiques que han de mantenir durant la regata (Araujo & Serpa, 1999; Renom & Subirats, 2005; Sloan, 2004).

Una competició de vela és una carrera no lineal en un circuit variable i invisible determinat per un altre element també invisible i canviant en intensitat i direcció: el vent. Tot això comporta una elevada demanda atencional tant en el canvi del focus com en el manteniment d'aquest cap on es troba la informació útil. Si un navegant ha de gestionar molta informació (Pociello, 1981), encara n'ha de gestionar més un regatista que ha d'assumir un reglament complicat basat tant en aspectes esportius com de seguretat, abordatges, etc. (ISAF, 2009; Renom & Violan, 2002; RFEV, 2009).

Com a gestors d'aquest reglament, els oficials, jutges i mesuradors (en endavant jutges) es veuen involucrats en aquesta complexitat rebent no obstant això molta menys atenció que els regatistes. Aquest va ser

el punt de partida que el 2005 va portar la Reial Federació Espanyola de Vela (RFEV) a iniciar un pla pilot per a aquest col·lectiu (Renom, 2005; Renom & Halcón, 2007) d'acord amb determinades propostes ja existents destinades a conèixer millor i potenciar les qualitats dels àrbitres esportius (Cruz, 1997; Garcés & Vives, 2003; Guillén & Jiménez, 2001; Riera, 1985).

Dins aquesta línia, el present treball constitueix una segona fase l'objectiu de la qual va ser conèixer les fonts d'alteració emocional dels jutges al llarg d'una competició tipus; en concret, el seu grau de preocupació i alteració en les diverses etapes d'una regata. L'organització d'una regata requereix diversos agents o rols que actuen coordinadament en diferents moments i localitzacions. Les tasques van des de les administratives fins a la preparació del recorregut, les sortides i arribades, l'arbitratge directe al mar o la resolució de protestes en terra. La quantitat d'implicats varia en funció de la categoria de l'esdeveniment; a vegades es produeixen duplicitats de rol i habitualment és una activitat que es prolonga durant hores o la jornada completa. L'organització d'una regata també depèn de la meteorologia, i això exigeix decisions ràpides, flexibilitat de planificació i capacitat logística.

## Mètode

### Participants i procediment

Aquest treball recull els principals resultats del qüestionari Juryquest 2, creat per a la població de jutges amb habilitació nacional. A partir dels resultats de Juryquest 1 (Renom & Halcón, 2007), aquest nou instrument pretenia identificar la càrrega emocional associada a cada moment de la regata. Atès el caràcter exploratori, es va mantenir una doble metodologia qualitativa (Culver, Gilbert, & Trudel, 2003) combinada amb quantitativa, i això va permetre desenvolupar el qüestionari de manera que facilités tant la respostes numèriques com els comentaris personals dels jutges.

Juryquest 2 va ser administrat presencialment i anònimament a 190 oficials, jutges i mesuradors nacionals en actiu que van assistir als dos seminaris d'habilitació organitzats per la RFEV a la fi de 2007 i començament de 2008. Aquesta dada constitueix un element clau de l'estudi, ja que estadísticament gairebé constitueixen la població acreditada de personal en actiu habilitat per la RFEV (2009). Quant al perfil, es va mantenir en l'habitual, majoritàriament masculí (80 %) i amb un ampli repertori d'edat d'entre 20 i 70 anys.

Com en altres trobades federatives, després d'una breu presentació a l'inici dels seminaris d'habilitació, es va administrar el qüestionari col·lectivament de manera anònima durant 20 minuts.

### Instruments i mesures

Juryquest 2 constava de sis blocs d'indicadors o preguntes, quatre pròpiament sobre causes de preocupació i dos de complement. Els quatre primers es van desenvolupar a partir dels resultats obtinguts en les preguntes 3, 4, 8 i 6 de Juryquest 1. (Actualment, quins són els "punts febles" del col·lectiu de jutges? Com a jutge, què és el millor i el pitjor d'una regata? Quins canvis efectuaries en la formació dels jutges? Quina imatge creus que tenen els regatistes i entrenadores del col·lectiu de jutges?)

Aquesta primera informació va aportar, en el seu moment, elements que van posar fi a una sèrie de tòpics negatius sobre els jutges i la seva imatge de distanciament respecte als regatistes, la seva incompetència i suposada prepotència. Atès l'interès suscitat pels resultats, la RFEV va decidir aprofundir en aquesta línia i desenvolupar una nova eina exploratòria en forma de llistat de causes de preocupació/alteració. Per a això van ser seleccionades les respostes amb major freqüència d'aparició en les anteriors quatre preguntes. Els 54 elements definitius es van distribuir en els 4 blocs de Juryquest (A, B, C i D) corresponents a períodes cronològics clau d'una regata: causes d'alteració en terra, en mar, a les sortides i en les protestes. Cada causa havia de ser valorada en una escala de 0 a 9.

El bloc A incloïa 16 causes d'alteració en la fase de terra relatives a expectatives i autoimatge negatives. Eren pensaments redundants en els problemes i la falta de control de la situació. El bloc B afectava 16 fonts d'alteració durant l'activitat en mar i tornava a incidir en expectatives negatives sobre la pròpia actuació. Des del moment de l'embarcament fins al de tornada a terra, l'activitat dels oficials als vaixells del comitè de regates, abalisament i control sol prolongar-se hores de manera que requereix un esforç continuat tan físic com psicològic. El bloc C estava format per 11 causes pròpies del protocol de sortida de la regata. Aquesta és una fase delicada de la competició exposada a molts possibles contratemps. El bloc D eren 11 elements que afectaven les protestes. Malgrat que en vela també hi ha l'arbitratge directe (en mar), la manera tradicional per resoldre infraccions comeses a la regata consisteix en una vista



de protestes (denúncies) entre participants (en terra) on un comitè valora els arguments de les parts enfrontades abans d'emetre un veredict. La resolució de les protestes sol prolongar la tasca dels jutges, generant impaciència en els competidors.

El bloc E complementari incloïa quatre preguntes sobre el perfil personal esportiu en vela del jutge. El primer estudi de 2007 va mostrar un col·lectiu de jutges molt diferent de la imatge estesa entre els regatistes, entrenadores, pares, etc. Habitualment aquests els

atribueixen i critiquen una suposada falta d'experiència esportiva que els deslegitima per a l'arbitratge (FCV, 1999). Aquesta constatació va portar a incorporar preguntes sobre l'historial esportiu dels jutges, ja que la RFEV no disposava de dades sistematitzades respecte d'això. Les preguntes eren: "Quants anys has regatat regularment? En quantes classes? Continues regatat? Vas ser regatista infantil?". El bloc F va estar format per set preguntes en què es valorava de 0 a 100 l'actuació de diferents col·lectius que participen en les regates: mesuradors, oficials, jutges, entrenadors, regatistes, pares-mares i directius. Diversos resultats anteriors apuntaven a problemes d'interrelació i autoimatge que podien incidir en les causes de preocupació (FCV, 1999).

Les instruccions per als blocs A, B, C i D van ser: "Intenta valorar el teu nivell de preocupació-alteració associat als enuncis següents. Marca un sol número de l'escala: 0 (gens) indica total absència de preocupació i 9 (màxim) indica que t'altera i preocupa en gran manera. En el bloc F les instruccions van ser: "Intenta valorar l'actuació d'aquests col·lectius a les regates. Marca un sol número de l'escala: 0 (gens) indica una actuació totalment deficient i 100 indica una actuació totalment satisfactòria." El rang d'aquesta escala era diferent pel fet que els ítems formaven part d'un estudi complementari que afectava també entrenadors i regatistes en altres trobades.

## Anàlisi de dades

Les respostes als sis blocs d'indicadors van ser analitzades per separat. Les respostes van ser processades calculant els seus estadístics descriptius i interrelacions. Atès que l'objectiu de l'estudi era bàsicament aplicat, interessava conèixer especialment la jerarquia de fonts d'alteració i comprovar si existien relacions amb altres variables de l'historial esportiu. De manera complementària, també es van fer anàlisis exploratòries sobre l'estructura de cada bloc de causes d'alteració considerant-los com si fossin escales o qüestionaris convencionals.

## Resultats

En les causes d'alteració en terra, els valors mitjans van mostrar una jerarquia d'alteracions amb una variabilitat semblant (*taula 1*). "Cometre errors" i "tenir problemes amb el material i els imprevistos" van ser els elements més preocupants. En efectuar les 120 (*n*) comparacions de mitjanes per parelles ( $n^2-n/2$ ) per verificar la consistència de la jerarquia, es van detectar diferències

| Ítem                                                  | M    | DT   |
|-------------------------------------------------------|------|------|
| <b>Bloc A. Causes d'alteració en terra</b>            |      |      |
| • El que pensaran-diran de mi els pares de regatistes | 2,29 | 2,35 |
| • Haver de saludar i tractar amb la gent              | 2,48 | 2,60 |
| • Que hi hagi un ajornament                           | 2,79 | 2,57 |
| • El que pensaran/dirán de mi els entrenadors         | 3,01 | 2,59 |
| • Estar de mal humor                                  | 3,02 | 2,83 |
| • El que pensaran/dirán de mi els regatistes          | 3,23 | 2,70 |
| • El que pensaran/dirán els meus companys             | 3,44 | 2,74 |
| • Trobar-me malament                                  | 3,63 | 2,75 |
| • El moment d'arribar al club                         | 3,68 | 3,09 |
| • Meteorologia desfavorable                           | 5,28 | 2,80 |
| • Una regata conflictiva                              | 5,50 | 2,80 |
| • Problemes de coordinació amb els companys           | 6,09 | 2,48 |
| • Preparar-ho tot                                     | 6,15 | 2,76 |
| • No estar a l'aguait del que succeeix                | 6,18 | 2,56 |
| • Cometre errors                                      | 6,33 | 2,47 |
| • Problemes de material                               | 6,90 | 2,04 |
| Valors globals del bloc A                             | 4,37 | 2,63 |
| <b>Bloc B. Causes d'alteració en mar</b>              |      |      |
| • Marejar-me                                          | 2,09 | 2,58 |
| • Cansar-me                                           | 2,51 | 2,50 |
| • Tenir mala sort                                     | 2,52 | 2,50 |
| • La tornada a terra                                  | 2,54 | 2,69 |
| • Els ajornaments                                     | 2,65 | 2,38 |
| • Anul·lar                                            | 2,74 | 2,48 |
| • Els canvis de recorregut                            | 2,97 | 2,56 |
| • Lesionar-me o ferir-me                              | 3,35 | 2,87 |
| • Enutjar-me, perdre els estres                       | 3,56 | 2,97 |
| • Que hi hagi poc vent o sigui inestable              | 4,05 | 2,93 |
| • No ser capaç de concentrar-me                       | 4,19 | 2,87 |
| • No rendir al màxim                                  | 5,11 | 3,01 |
| • Oblidar-me de coses                                 | 5,29 | 2,56 |
| • Que hi hagi accidents (per bolcada, abordatges...)  | 5,96 | 2,77 |
| • Que falli quelcom                                   | 6,03 | 2,29 |
| • Que hi hagi joc brut, falta d'esportivitat          | 6,30 | 2,58 |
| Valors globals del bloc B                             | 3,86 | 2,85 |

M: mitjana; DT: desviació típica.

### Taula 1

Estadístics descriptius dels ítems dels blocs A i B del Juryquest 2

no significatives (prova *t*) entre cada causa i la seva anterior i posterior però sí, en la majoria de casos, amb les següents en ambdós sentits. La separació entre les causes 9 i 10 va mostrar la diferència més significativa amb menor valor *p* entre elements consecutius.

Respecte al bloc B, el rang de resultats de la seqüència va ser lleugerament inferior a l'anterior (*taula 1*). En les comparacions de valors mitjans no es va trobar cap separació entre causes consecutives significativament major que les restants. La situació era diferent en el bloc C (*taula 2*), ja que les causes d'alteració a la sortida van aportar els majors valors mitjans d'alteració, i va ser l'interval entre les causes 2 i 3 el que va mostrar un major salt (valor *p* menor). Quant al bloc D sobre "protestes", es va mantenir un patró d'escalabilitat de resultats similar al dels anteriors (*taula 2*). La diferència més significativa es va trobar entre les causes 10 i 11. En la comparació global de les dades per blocs es va trobar una jerarquia de menor a major preocupació que anava de l'activitat en mar, a la de terra, les protestes i a l'últim les sortides, la més preocupant.

En el bloc E el col·lectiu de jutges va mostrar una experiència mitjana notable com a regatistes (*taula 3*). Prop del 50 % va manifestar haver navegat en vela infantil (classe Optimist) i un 56 % seguia com a regatista en actiu després d'haver passat per prop de 4 classes diferents de models d'embarcacions. Aquest resultat posa fi a la majoria de tòpics sobre els jutges i la seva suposada falta d'experiència com a regatistes. Quant al bloc F, la *taula 3* mostra la jerarquia de les valoracions mitjanes dels diferents col·lectius que participen en les regates. El conjunt semblava dividir-se en tres nivells, ja que si bé la majoria de comparacions de mitjanes va mostrar diferències significatives ( $p < 0,05$ ) no va ser així en la de jutges respecte a mesuradors, la de regatistes respecte a entrenadores, i la de pares respecte a directius. En general els oficials tenien el rol millor valorat, seguits pel parell jutges-mesuradors, el parell entrenadors-regatistes i en últim lloc el parell pares-directius.

Amb les dades disponibles es va efectuar també una anàlisi de l'estructura dels blocs de preocupació. Les causes de cada bloc van ser tractades com a elements d'un qüestionari a fi de conèixer la seva fiabilitat de consistència interna i identificar possibles indicadors poc discriminants. Paral·lelament, també es va procedir a una anàlisi de components principals per a cadascun. L'objectiu d'aquesta anàlisi era establir una futura base per reconvertir els indicadors en un instrument d'avaluació.

| Ítem                                                  | M    | DT   |
|-------------------------------------------------------|------|------|
| <b>Bloc C. Causes d'alteració a la sortida</b>        |      |      |
| • Haver de repetir la sortida                         | 2,95 | 2,72 |
| • Que hi hagi vaixells fora de línia (crides)         | 3,30 | 2,64 |
| • Que el vent faci remolins, caigui o pugi molt       | 4,94 | 2,74 |
| • Distreure'm                                         | 5,16 | 2,86 |
| • Que falli quelcom imprevist                         | 5,34 | 2,53 |
| • Que algú de l'equip s'equivoqui                     | 5,59 | 2,37 |
| • Fallar en quelcom                                   | 5,82 | 2,73 |
| • Que hi hagi accidents (per bolcada, abordatges...)  | 6,13 | 2,71 |
| • L'abalisament correcte                              | 7,09 | 2,07 |
| • Que la línia estigui mal posada                     | 7,12 | 2,10 |
| • Tenir-ho tot preparat a bord del vaixell del Comitè | 7,26 | 2,15 |
| Valors globals del bloc C                             | 5,51 | 2,50 |
| <b>Bloc D. Causes d'alteració en les protestes</b>    |      |      |
| • Haver de decidir                                    | 3,03 | 2,67 |
| • Haver de desqualificar algú                         | 3,13 | 2,94 |
| • Que n'hi hagi moltes                                | 3,62 | 2,95 |
| • Enutjar-me, perdre el control                       | 3,97 | 3,26 |
| • Els enutjos d'altres                                | 4,22 | 2,72 |
| • Ingerències d'entrenadors, pares...                 | 4,46 | 3,24 |
| • Que tardin a resoldre's                             | 4,78 | 2,91 |
| • La incomprensió dels regatistes                     | 5,10 | 2,65 |
| • Que intentin enganyar-me                            | 5,23 | 2,88 |
| • Ser capaç de resoldre-la correctament               | 5,99 | 2,88 |
| • Que algú surti injustament perjudicat               | 7,26 | 2,18 |
| Valors globals del bloc D                             | 4,61 | 2,80 |
| M: mitjana; DT: desviació típica.                     |      |      |

**Taula 2**

Estadístics descriptius dels ítems dels blocs C i D del Juryquest 2

| Ítem                                               | M     | DT    |
|----------------------------------------------------|-------|-------|
| <b>Bloc E. Historial esportiu dels jutges</b>      |       |       |
| • Quants anys has regatat regularment?             | 16,54 | 11,96 |
| • En quantes classes?                              | 3,72  | 3,85  |
| • Continues regatant?                              | 0,56  | 0,49  |
| • Vas ser regatista infantil?                      | 0,48  | 0,50  |
| <b>Bloc F. Valoració dels diversos col·lectius</b> |       |       |
| • Pares i mares                                    | 43,52 | 24,58 |
| • Directius                                        | 46,41 | 24,26 |
| • Entrenadors                                      | 59,52 | 24,67 |
| • Regatistes                                       | 63,50 | 24,20 |
| • Mesuradors                                       | 67,13 | 20,54 |
| • Jutges                                           | 70,74 | 18,75 |
| • Oficials                                         | 75,00 | 18,12 |
| M: mitjana; DT: desviació típica.                  |       |       |

**Tabla 3**

Estadísticos descriptivos de los ítems de los bloques E y F del Juryquest 2

| Variable           | Alpha | Discr. M. | Var. F1 | Var. F2 |
|--------------------|-------|-----------|---------|---------|
| Bloc A "Terra"     | 0,88  | 0,54      | 40%     | 12%     |
| Bloc B "Mar"       | 0,89  | 0,61      | 40%     | 14%     |
| Bloc C "Sortides"  | 0,83  | 0,46      | 37%     | 17%     |
| Bloc D "Protestes" | 0,82  | 0,41      | 39%     | 12%     |

**Taula 4**

Resultats principals de l'estructura dels blocs

La *taula 4* mostra els principals resultats globals. En els quatre blocs semblava existir una certa homogeneïtat interna. Els coeficients Alpha de Cronbach van superar el valor 0,80 i en tots es va manifestar un factor principal, que explicava prop del 40 % de la variància de les dades, seguit d'una segona estructura molt inferior a la que seguien altres factors irrellevants. Considerant les causes com a hipotètics ítems d'una escala, majoritàriament, les discriminacions mitjanes (corregint l'efecte espuri de l'ítem) dels blocs van ser elevades, oscil·lant entre 0,35 i 0,65.

Les causes de preocupació amb menor discriminació intrabloc es van concentrar en el bloc A, on les cinc relatives al que poguessin pensar o dir altres persones eren també les que més carregaven en el segon factor del bloc. Aquests indicadors van ser els únics que semblaven formar una estructura pròpia en el conjunt del bloc, si bé van obtenir puntuació baixa. D'altra banda, aquest resultat concorda amb l'elevada valoració que fan de si mateixos els oficials i jutges (*taula 3*).

En els blocs C i D només dues causes semblaven provocar respostes discordants respecte a la resta dels seus respectius blocs: una es referia a la meteorologia ("que el vent faci remolins, caigui o pugui molt") i una altra als errors d'actuació ("que algú surti injustament perjudicat"). Ambdós indicadors funcionaven de manera independent a la resta del bloc.

En l'apartat de comparacions es va procedir a identificar relacions significatives entre les variables. Així, la quantitat de classes en què els jutges havien regatat es correlacionava negativament amb tres causes del bloc de les sortides: "tenir-ho tot preparat", "trobar-me malament" i "problemes de material". Els jutges que havien regatejat més anys i havien estat també regatistes infantils van ser els menys preocupats per "que hi hagi poc vent o sigui inestable", "haver d'anul·lar" i "les ingerències d'entrenadors, pares...". La causa més preocupant del bloc de protestes "que algú surti injustament perjudicat" es correlacionava amb altres sis causes de

preocupació del bloc C: "abaliment correcte", "distreure'm", "fallar en alguna cosa", "que algú de l'equip s'equivogui", "que el vent faci remolins" i "canvi de recorregut". També es va correlacionar amb "enutjar-me i perdre el control" del bloc D.

Amb les respostes lliures dels jutges es va efectuar una anàlisi qualitativa de contingut similar al de Juryquest 1. Els missatges escrits es van agrupar en tres categories amb aspectes característics i redundants. La primera categoria es resumia a rebre pressions amb missatges com "pressió de la directiva del club", "pressions de l'organització", "ingerències del comitè organitzador", etc. La segona categoria tractava de la falta de mitjans i inseguretat amb respostes del tipus "mesures de seguretat cobertes", "condicions de treball inadequades", etc. L'última categoria se centrava en els problemes de relació i coordinació: "falta de col·laboració del club", "club conflictiu", "mala camaraderia", "insults i mala educació entre companys", "falta de motivació de l'equip organitzador", etc.

## Discussió

Els resultats obtinguts van aportar per primera vegada informació sistemàtica i útil sobre les causes d'alteració del col·lectiu de jutges de regata durant la seva activitat esportiva. Anteriorment, les dades de Juryquest 1 ja van mostrar la presència d'algunes fonts d'alteració, i amb Juryquest 2 el repertori s'ha detallat i perfilat facilitant la detecció dels moments més crítics de la regata per a aquest col·lectiu. En aquest punt, i a diferència d'altres esports, és important considerar l'absència de referents, marcs teòrics o treballs similars que permetin una comparativa dels resultats amb altres treballs centrats en vela.

D'entrada, els resultats mostren la presència d'un comú denominador caracteritzat pel temor a la falta de control en la preparació de la regata. Organitzar una competició de vela exigeix un repertori material i una logística importants. A això s'afegeix que l'activitat dels oficials és condicionada per un factor de distància i incertesa meteorològica, ja que actuen a bord d'embarcacions allunyades de la costa i on qualsevol oblit o error en els preparatius (material, organitzatiu...) és molt més difícil de resoldre que en una competició a terra.

En la fase de mar novament semblaven preocupar més els problemes relacionats amb l'atenció (oblits) i

la pèrdua de control (fallada, seguretat...), si bé la presència de joc brut va destacar per sobre de la resta. La falta d'esportivitat en vela és complicada de gestionar i sol provocar canvis en els protocols de la regata i protestes que compliquen l'actuació dels jutges (ingerència de tercers...). Curiosament les causes lligades al físic (cansament...) van romandre en la banda de menor preocupació. En aquesta fase també van destacar les preocupacions amb major o menor atribució causal interna. Els jutges no poden controlar la direcció i intensitat del vent o una sortida conflictiva però sí la col·locació de les balises o de la línia de sortida (línia imaginària entre boies). De fet, tot això s'engloba en la causa més intensa: "tenir-ho tot llest". Quant a les protestes, les preocupacions ja no van tractar tant d'errors de preparació i oblots. Aquí el rol dels jutges s'aproxima al de molts altres esports on els errors de judici i les seves conseqüències són un motiu greu de preocupació. No obstant això, el format de judici o vista oral amb arguments per a la defensa i acusació entre els regatistes afectats confereix a la resolució de protestes un escenari tens i complex llunyà del desitjable en l'àmbit esportiu. Una altra constatació va ser la importància de l'experiència esportiva a l'hora de valorar les preocupacions. Tots aquests resultats van reforçar la necessitat d'un pla d'intervenció tant en l'àmbit formatiu com de preparació en habilitats psicològiques dels jutges amb vista a afrontar millor les regates, especialment quant a les sortides, la resolució de protestes i en general les percepcions respecte a la seva activitat. Els jutges van mostrar un elevat autoconcepte, que contrasta amb l'adjudicat als directius i pares-mares, respecte als quals manifesten una elevada sensibilitat a les seves crítiques.

Com a conclusió general, i atès que es tracta d'un estudi aplicat, es va plantejar el disseny d'un programa de preparació en habilitats psicològiques compatible amb els plans de formació federatius per a jutges. En vela, aquests programes ja funcionen amb regatistes i entrenadors però no per al col·lectiu de jutges. El repertori de temes per incloure se centra en les tècniques d'autocontrol emocional, especialment com gestionar les percepcions i expectatives enfront de la regata. Aquesta regulació afecta el nivell d'ansietat i el maneig del focus atencional en cada fase de la competició.

Quant a vies de continuïtat i limitacions del treball, al costat del pla de formació es plantegen nous objectius, com són (1) la possibilitat de convertir el llistat d'indi-

cadors en un futur instrument d'avaluació que verifiqui l'efecte dels plans d'intervenció, i (2) aprofundir en una anàlisi per especialitats que perfilin amb més detall les causes d'alteració per als diferents rols d'oficials i jutges. Si bé en l'estudi actual s'ha treballat amb la mostra gairebé al complet, també seria convenient matisar els resultats per a cada tipus de tasca, ja que els jutges assumeixen diferents papers i càrregues de treball. En aquest punt també seria interessant disposar d'informació personal complementària recollida el mateix dia de la competició, així com dades procedents d'instruments psicòmètrics que perfilin cada individu en trets relacionats amb les fonts d'alteració.

## Referències

- Araujo, D., & Serpa, S. (1999). Toma de decisión dinámica en diferentes niveles de "expertise" en el deporte de la vela. *Revista de Psicología del Deporte*, 8(1), 103-116.
- Beggs, A., Derbyshire, J., & Whitmore, J. (1993). *Fitness for sailing*. Brighton: Fernhurst.
- Cruz, J. (1997). Asesoramiento psicológico en el arbitraje y juicio deportivos. A J. Cruz (Ed.). *Psicología del Deporte* (pàg. 245-269). Madrid: Síntesis.
- Culver, M., Gilbert, W., & Trudel, P. (2003). A decade of qualitative research in Sport Psychology Journals: 1990-2000. *The Sport Psychologist*, 17(1), 1-15.
- Federació Catalana de Vela (1999). *Apuntes para una vela Infantil de futuro*. Barcelona: Ed. Fira de Barcelona.
- Garcés, E., & Vives, L. (2003). Formación en árbitros y jueces deportivos: mejora de las competencias y habilidades psicológicas del árbitro. A F. Guillén (Dir.), *Psicología del arbitraje y el juicio deportivo* (pàg. 161-186). Barcelona: INDE.
- Guillén, F., & Jiménez, H. (2001). Características deseables del arbitraje y el juicio deportivo. *Revista de Psicología del Deporte*, 10(1), 23-34.
- ISAF (2009). *The Racing Rules of Sailing*. London: International Sailing Associations Federation.
- Noble, P., & Hogbin, R. (2001). *The mind of sailor*. London: Adlard Coles Nautical.
- Pociello, C. (1981). *Sports et Société*. Paris: Vigot.
- Renom, J. (2005). *Psicología deportiva: jueces y jurados*. Seminario Jueces de Regata. Sanxenxo: RFEV.
- Renom, J., & Halcón, A. (2007). Jueces y oficiales de regatas a vela: motivaciones, percepciones y formación. *Revista de Psicología del Deporte*, 16(1), 55-66.
- Renom, J., & Subirats, J. (2005). Factores psicológicos implicados en el paso del Optimist a las clases juveniles. *Apuntes: Medicina de l'Esport*, 39(145), 23-34.
- Renom, J., & Violan, J. A. (2002). *Entrenamiento psicológico en vela*. Barcelona: Paidotribo.
- RFEV (Real Federació Espanyola de Vela). (2009). *Guía 2010*. Madrid: Real Federación Española de Vela.
- Riera, J. (1985). *Introducción a la psicología del deporte*. Barcelona: Martínez Roca.
- Sloan, A. (2004). Sailing experience and sex as correlates of spatial ability. *Perceptual and Motor Skills*, 98(3c), 1409-1421. doi:10.2466/pms.98.3c.1409-1421
- Twiname, E. (1993). *How to develop a winning attitude*. London: Adlard Coles Nautical.



# Waterpolo: diferències entre guanyadors i perdedors en desigualtat numèrica a Barcelona-03

*Water polo: Differences between Winners and Losers in Numerical Inequality in Barcelona-03*

**PABLO GARCÍA MARÍN**

Facultat de Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport  
Universidad Católica San Antonio de Murcia (Espanya)

**FRANCISCO MANUEL ARGUDO ITURRIAGA**

Departament d'Educació Física, Esport i Motricitat Humana  
Facultat de Formació del Professorat  
Universidad Autónoma de Madrid (Espanya)

**JOSÉ IGNACIO ALONSO ROQUE**

Departament d'Expressió Plàstica, Musical i Dinàmica  
Facultat d'Educació  
Universidad de Murcia (Espanya)

**Autor per a la correspondència**

**Pablo García Marín**  
[pgmarin@ucam.edu](mailto:pgmarin@ucam.edu)

## Resum

L'objectiu d'aquest estudi va ser conèixer les diferències en la dinàmica de l'acció de joc en desigualtat numèrica en waterpolo segons la condició de l'equip (guanyador o perdedor) en finalitzar el partit. Es van analitzar 1.230 microsituacions de joc extretes dels 96 partits disputats en el Campionat del Món de Waterpolo a Barcelona-03. Es va utilitzar un disseny sincrònic, nomotètic i puntual. La unitat d'anàlisi va ser la desigualtat numèrica temporal simple amb possessió. Es va seguir un procés deductiu-inductiu per a l'elaboració del sistema de categories del qual va sorgir l'instrument d'observació per a la quantificació dels resultats. Es van trobar diferències estadísticament significatives ( $p < .05$ ) en variables relacionades amb el reglament (formes de finalització), l'espai (posició de llançament, procedència de l'última passada i introducció de la pilota a la porteria), la gestualitat (preparació del llançament, tipus de llançament i recepció prèvia al llançament) i l'estratègia motriu (sistemes tàctics de joc i recuperació de la possessió després de llançament). Aquestes diferències en les dinàmiques de l'acció de joc podrien explicar el rendiment superior dels equips guanyadors dels partits.

**Paraules clau:** waterpolo, acció de joc, desigualtat, guanyador, perdedor

## Abstract

**Water polo: Differences between Winners and Losers in Numerical Inequality in Barcelona-03**

The aim of this study was to determine the differences in the dynamics of the action of the game in numerical inequality in water polo according to the state/fitness? of the team at the end of the match (win or lose). We analysed 1230 micro situations drawn from the 96 games played in the World Championships in Barcelona-03 Water polo. We used a synchronous, nomothetic and timely design. The unit of analysis was the simple temporary numerical inequality with Possession. An inductive deductive process was followed in order to develop the system of categories from which an observation instrument for measuring the outcomes. Differences were statistically significant ( $p < .05$ ) on variables related to rules (forms completed), space (launch position, origin of the last pass and introduction of the ball in goal), gestures (launch preparation, type of launching and receiving pre-release) and driving strategy (tactical game systems and repossession after launch). These differences in the dynamics of the game's action could explain the superior performance of the winning teams of the games.

**Keywords:** water polo, game action, inequality, winner, loser

## Introducció

L'anàlisi de l'acció de joc en waterpolo, igual que en altres esports de col·laboració amb oposició, és una tasca complexa a causa de la gran quantitat i diversitat d'accions motrius que es desenvolupen durant un partit (Acero & Lago, 2005). Per aquest motiu, i per poder aconseguir una millor comprensió de la realitat complexa del joc, alguns dels estudis previs orientats a l'anàlisi de l'acció de joc en waterpolo han dividit i classificat el conjunt de les accions motrius en quatre marcs situacionals: igualtat, desigualtat, transició i penal (Argudo, 2005). Al seu torn, cada marc situacional s'ha reclassificat en altres microsituacions de joc atenent als criteris de possessió de la pilota, organització dels sistemes tàctics de joc i simetria dels equips.

La situació motriu objecte del nostre estudi és la desigualtat numèrica temporal simple amb possessió (DNTSAP), en què només s'analitzen els equips que tenen la possessió de la pilota en aquells duels asimètrics en què hi ha un jugador expulsat durant 20 segons. Aquesta microsituació derivada del reglament (FINA, 2001) apareix entre 4 i 12,81 vegades per partit, i representa entre el 23,80 % i el 46 % dels gols d'un enfrontament (Argudo, 2000; Canossa, 2001; García-Marín, 2009; Platanou, 2004; Sarmento, 1991; Soares, 2004; Tenente, 1993).

Malgrat que la desigualtat numèrica es produeix ben sovint i influeix de manera rellevant en el resultat dels partits, hi ha poques investigacions dirigides a aquest marc situacional. Soares (2004) va analitzar 92 partits del campionat portuguès i va obtenir les mitjanes de desigualtats numèriques per partit (6,5), gols (1,9; 23,80 %) eficàcia total (29,09 %) i parcial per períodes (1r 30,01 %; 2n 27,74 %; 3r 26,81 %; 4t 32,86 %).

Platanou (2004) va estudiar 99 partits de caràcter internacional centrant-se en les posicions de llançament i en els gols obtinguts. Va trobar que els llançaments des de posicions exteriors eren més freqüents i produïen més gols que des de les posicions interiors. Així mateix, va comparar els equips guanyadors i perdedors. Encara que el nombre de llançaments va ser similar per a ambdues categories, els guanyadors ( $3,4 \pm 1,6$ ) van aconseguir més gols que els perdedors ( $2,3 \pm 1,5$ ).

Del campionat del món de Fukuoka 2001 van sorgir dos treballs (Enomoto et al., 2002; Takagi, Nishijima, Enomoto, & Stewart, 2005), on es van recollir dades sobre 21 índexs d'atac i 11 de defensa, que van ser agru-

pats en 10 habilitats de joc. Una d'aquestes va ser la de la desigualtat, derivada de les variables *a)* nombre d'expulsions provocades, *b)* nombre de llançaments en superioritat, *c)* nombre de gols en superioritat, i *d)* eficàcia en superioritat. Per a aquesta, els equips guanyadors i millor classificats en el campionat van aconseguir millors resultats que la resta.

Lupo, Tessitore, Minganti i Capranica (2010) van fer una anàlisi notacional dels marcs situacionals (igualtat, desigualtat i contraatac) en dues categories de rendiment denominades elit (partits internacionals i de la primera divisió de la lliga nacional italiana) i subelit (segona divisió de la lliga nacional italiana). Van concloure que hi havia diferències tècniques i tàctiques en totes les situacions de joc segons el grau de rendiment, establert a partir de la pertinença de l'equip a una competició. En concret, en la desigualtat numèrica es va trobar que els equips de major rendiment van fer un nombre més gran d'accions en atac, van participar-hi més jugadors i es van fer més passes des per possessió.

La mateixa metodologia es va emprar per caracteritzar els equips femenins de la lliga americana universitària segons la condició de guanyador o perdedor (Lupo, Tessitore, Minganti, King et al., 2011). En aquest estudi es va trobar que els equips guanyadors ( $6 \pm 2$ ) van aconseguir una mitjana de passes superior que els perdedors ( $5 \pm 2$ ) i més eficàcia en els llançaments en desigualtat ( $56 \pm 23$  %;  $38 \pm 17$  %).

Fins avui, els treballs revisats sobre l'acció de joc de la desigualtat numèrica en waterpolo han estudiat algunes de les variables influents en aquesta, però sempre de forma aïllada. Per aquest motiu, els resultats obtinguts en altres estudis no permeten aclarir la dinàmica de l'acció de joc de la DNTSAP. Per complir aquest propòsit, en el nostre treball s'ha utilitzat la proposta d'Hernández et al. (2000) que empra els paràmetres configuradors de l'esport: espai, temps, comunicació, regles i estratègia. L'anàlisi de les variables més rellevants d'aquestes dimensions ens permet descriure amb més precisió el que succeeix en el camp de joc.

D'altra banda, i amb l'objectiu de trobar els factors més influents en el rendiment del campionat analitzat, s'han comparat els resultats dels equips segons la condició de guanyador o perdedor al final del partit (Argudo, Ruiz & Abalde, 2010; Lupo, Tessitore, Minganti, King et al., 2011; Takagi et al., 2005). De forma similar, Lupo, Tessitore, Minganti et al. (2010) van comparar els resultats entre els equips elit i subelit, mentre

que en altres treballs van seguir l'estratègia de comparar els equips amb distint nivell de classificació (Enomoto et al., 2002).

A partir dels antecedents exposats, l'objectiu del nostre estudi és conèixer les diferències en la dinàmica de l'acció de joc en la DNTSAP entre els equips guanyadors i perdedors dels partits en el X Campionat del Món de Waterpolo.

## Material i mètode

Els participants pertanyien a les 32 seleccions, 16 de cada sexe, que van competir en el Campionat del Món de Barcelona-03. Tots els equips van haver de classificar-se prèviament en altres campionats. En el mundial analitzat es van jugar 96 partits, dels quals es va obtenir la mostra formada per les 1.230 DNTSAP correctament quantificades.

El material i instrumentació que es va necessitar per filmar els partits, observar-los i registrar les dades van ser:

- Dues càmeres de vídeo VHS SONY model HDR-HC9E
- 25 cintes de vídeo SONY model DVM80PR.
- Instrument d'observació: sistema de categories i format de camp
- Un vídeo HITACHI VT - 7E
- Un televisor SONY model Trinitron color de 28 polzades.

Es va utilitzar un disseny de tipus sincrònic, nomotètic i puntual seguint la metodologia observacional (Anguera, 2003; Anguera, Blanco, Hernández, & Losada, 2011). La unitat d'anàlisi va ser la microsituació de joc de la DNTSAP.

L'observació va ser sistematitzada i de tipus natural per un mètode subjectiu i indirecte (Blázquez, 1986). Per a això es va col·locar una càmera fixa a una altura i distància de la línia lateral que permetia capturar la meitat de l'espai de joc. Mitjançant una tècnica d'escombratge en el pla horitzontal, es canviava l'enfocament d'un costat del camp a l'altre seguint el jugador amb pilota.

Es va dissenyar un sistema de categories mitjançant un procés deductiu-inductiu, a partir del qual es va elaborar l'instrument d'observació. En la *taula 1* es mostra la selecció de variables i categories incloses

en aquest i que pertanyen a les dimensions configuradores de l'acció de joc (Hernández et al., 2000; Hernández & Rodríguez, 2004). El sistema de categories va ser posat a prova mitjançant observacions exploradores prèvies fetes per l'equip d'investigadors i en la següent fase d'entrenament d'observadors.

L'ensinistrament dels observadors va consistir en 36 hores de formació durant tres setmanes seguint les fases descrites per Medina i Delgado (1999) i utilitzades en altres treballs amb metodologia similar (Alonso, 2004; Piñar, 2005).

Dels vuit observadors que van iniciar l'entrenament, només cinc van aconseguir la fiabilitat interobservador del 90 % o superior respecte a un expert amb més de 200 hores d'experiència.

Durant el procés de quantificació els observadors van romandre com a estranys i van actuar de forma passiva sense influir en els comportaments motors dels jugadors (Anguera, 2003; Anguera, Blanco, Losada, & Hernández, 2000). Les dades es van registrar en un full de càlcul Excel per al seu tractament estadístic posterior en l'aplicació SPSS, versió 13.0, per a Windows.

Per trobar les diferències en el nombre de DNTSAP entre guanyadors i perdedors es va utilitzar la prova Kolmogorov-Smirnov per a una mostra. Les diferències en les variables qualitatives seleccionades com a indicadors de l'acció de joc segons la condició de l'equip al final del partit es van obtenir mitjançant la prova khi quadrat. Van ser vàlides quan cap freqüència esperada va ser  $< 1$  i quan no va haver-hi més del 20 % de les caselles de la taula amb freqüències esperades  $< 5$ . Per a les variables quantitatives, es va aplicar la prova paramètrica d'anàlisi de variància univariada (ANOVA). El nivell de significació per a totes les proves es va establir quan  $p < ,05$ .

## Resultats

El nombre de DNTSAP jugades pels equips guanyadors (50,17 %) i perdedors (49,83 %) va ser molt similar i no es van obtenir diferències estadísticament significatives ( $p > ,05$ ).

Totes les variables qualitatives analitzades segons la condició de guanyador-perdedor van aconseguir diferències estadísticament significatives ( $p < ,05$ ), excepte les referides al tipus d'infracció que dona origen a la

| Dimensions         | Variables                              | Categories                                                                                                                                                                                      |
|--------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reglament          | Tipus d'infracció                      | 1. Agafar, enfonsar o llançar<br>2. Dificultar reinici<br>3. Mala conducta<br>4. Reentrada incorrecta<br>5. Sortir de l'aigua<br>6. Penal<br>7. Porter-penal                                    |
|                    | Motius de finalització                 | 1. Gol<br>2. Fi 20 s o partit<br>3. Intervenció directa de l'equip sense possessió<br>4. Intervenció no directa de l'equip sense possessió<br>5. Altres infraccions                             |
| Espai motor        | Origen de la desigualtat               | 1. Costat fort<br>2. Costat feble<br>3. Boia<br>4. Central<br>5. Mig camp endarrere                                                                                                             |
|                    | Posició de llançament                  | 1. Costat fort al davant<br>2. Costat fort al darrere<br>3. Costat feble al davant<br>4. Costat feble al darrere<br>5. Pal esquerre<br>6. Pal dret<br>7. Mig camp endarrere                     |
|                    | Procedència de l'última passada        | 0. Sense passada<br>1. Costat fort al davant<br>2. Costat fort al darrere<br>3. Costat feble al davant<br>4. Costat feble al darrere<br>5. Pal esquerre<br>6. Pal dret<br>7. Mig camp endarrere |
|                    | Introducció de la pilota en la meta    | 1. Lateral dret<br>2. Lateral esquerre<br>3. Central                                                                                                                                            |
| Temps motor        | Període de joc                         | 1. Període u<br>2. Període dos<br>3. Període tres<br>4. Període quatre                                                                                                                          |
|                    | Durada                                 | Contínua.                                                                                                                                                                                       |
| Gestualitat        | Preparació del llançament              | 1. Amb finta<br>2. Sense finta                                                                                                                                                                  |
|                    | Tipus de llançament                    | 1. Front tens<br>2. Front tens amb bot<br>3. Palmellada<br>4. Vaselina<br>5. Altres llançaments                                                                                                 |
|                    | Recepció prèvia al llançament          | 1. A la mà<br>2. A l'aigua                                                                                                                                                                      |
| Comunicació motriu | Nombre de passes prèvies al llançament | Contínua                                                                                                                                                                                        |
|                    | Nombre de llançaments                  | Contínua                                                                                                                                                                                        |
| Estratègia motriu  | Sistema tàctic de joc                  | 0. Sense sistema<br>1. 4:2<br>2. 4:2/3:3<br>3. 3:3<br>4. 3:3/4:2                                                                                                                                |
|                    | Recuperació de la possessió            | 1. Llançament i recuperació<br>2. Llançament i no recuperació                                                                                                                                   |
|                    | Nombre de DNTSAP                       | Contínua                                                                                                                                                                                        |

### Taula 1

Variables i categories registrades per a la comparació de la DNTSAP segons la condició de guanyador o perdedor al final del partit



**Taula 2**

Valors de significació per a l'anàlisi de les variables qualitatives en la DNTSAP segons la condició de guanyador-perdedor al final del partit

| Variables                                                | Khi quadrat de Pearson<br>Valor | gl | Sig. asimptòtica (bilateral) |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------|----|------------------------------|
| Tipus d'infracció                                        | 1,610                           | 2  | ,447                         |
| Formes de finalització                                   | 52,147                          | 4  | ,000                         |
| Origen de la desigualtat                                 | 5,547                           | 4  | ,236                         |
| Posició de llançament                                    | 54,750                          | 6  | ,000                         |
| Procedència de l'última passada                          | 20,265                          | 7  | ,005                         |
| Introducció de la pilota en la meta                      | 50,692                          | 4  | ,000                         |
| Període de joc                                           | 2,211                           | 3  | ,530                         |
| Preparació del llançament                                | 12,729                          | 2  | ,002                         |
| Tipus de llançament                                      | 17,223                          | 5  | ,004                         |
| Recepció prèvia al llançament                            | 8,923                           | 2  | ,012                         |
| Sistemes tàctics de joc                                  | 15,571                          | 4  | ,004                         |
| Recuperació de la possessió                              | 15,574                          | 2  | ,000                         |
| * Diferències estadísticament significatives $p < ,05$ . |                                 |    |                              |

desigualtat ( $p = ,477$ ), l'espai on es produeix ( $p = ,236$ ) i el període de joc ( $p = ,550$ ) (vegeu *taula 2*).

En la *taula 3* es mostren els percentatges de les variables qualitatives que van aconseguir diferències estadísticament significatives ( $p < ,05$ ) entre guanyadors i perdedors dels partits.

La mitjana de la durada, nombre de passes i nombre de llançaments en DNTSAP per al campionat analitzat van ser  $15,89 \pm 5,3$  segons,  $6,6 \pm 2,98$  i  $,84 \pm ,5$  respectivament. Entre guanyadors i perdedors es van trobar diferències estadísticament significatives en la durada (guanyadors  $15,13 \pm 5,7$ ; perdedors  $16,71 \pm 4,7$ ) i nombre de passes (guanyadors  $6,25 \pm 3,0$ ; perdedors  $6,93 \pm 2,86$ ).

## Discussió

L'objectiu d'aquest estudi va ser conèixer les diferències en la dinàmica de l'acció de joc en la DNTSAP entre els equips guanyadors i perdedors dels partits en el X Campionat del Món de Waterpolo.

Els resultats obtinguts del campionat analitzat reflecteixen que, malgrat tenir similars oportunitats d'èxit, els equips guanyadors van aconseguir un rendiment esportiu superior en DNTSAP respecte als perdedors. D'una banda, els que van guanyar van aconseguir un major percentatge de gols en DNTSAP i, d'altra, els que van perdre van tenir pitjors resultats en totes les categories relacionades amb les pèrdues de la possessió de la pilota.

Altres estudis, que analitzen l'acció de joc en waterpolo, constaten la diferència de rendiment en favor dels guanyadors. Segons Platanou (2004), aquests van aconseguir més gols i van ser més eficaços en desigualtat que els perdedors. Lupo, Tessitore, Minganti, King et al. (2011), a més dels gols i eficàcia, també van trobar que els guanyadors van obtenir més expulsions i penals dels seus adversaris. En l'agrupament d'habilitats tecnicotàctiques fet en el treball de Takagi et al. (2005), els equips guanyadors van aconseguir millors resultats en totes les situacions de joc, incloses les desigualtats.

Per tant, comprovem que hi ha més capacitat de rendiment ofensiu en DNTSAP pels equips guanyadors, i que es requereixen estudis ulteriors per continuar desvetllant amb més precisió les dinàmiques de joc que expliquin les diferències entre els equips de diferent nivell.

En examinar els resultats segons la condició de l'equip al final del partit, estem d'acord amb Enomoto et al. (2002) a utilitzar els gols en DNTSAP de joc com a indicador de rendiment, atesa la seva alta relació amb la victòria.

Platanou (2004) va indicar que els llançaments pròxims a porteria en situacions de desigualtat són difícils de fer per la gran concentració d'atacants i defensors en un espai tan reduït. Aquest autor va establir que per crear oportunitats de llançament en aquestes zones és necessari circular la pilota i els jugadors de manera ràpida i eficaç. D'aquesta manera, s'aconsegueixen desequilibris en el balanç defensiu que permeten generar espais perquè els atacants es quedin lliures de marca o

| Variables*                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Condicció | Categories |             |         |        |         |       |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-------------|---------|--------|---------|-------|------|
| FFIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Guanyador | GoI        | FIN         | IDESP   | INDESP | OI      |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | 46,82      | 21,24       | 20,40   | 8,70   | 2,84    |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | Perdedor   | 27,10       | 29,12   | 25,93  | 14,81   | 3,03  |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Total     | 37,00      | 25,17       | 23,15   | 11,74  | 2,94    |       |      |
| POL                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Guanyador | LFD        | LFd         | LDD     | LDd    | PD      | PI    |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | 22,14      | 20,58       | 13,59   | 15,53  | 13,79   | 14,37 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | Perdedor   | 21,71       | 24,43   | 10,44  | 29,02   | 7,10  | 7,31 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Total     | 21,93      | 22,43       | 12,07   | 22,03  | 10,56   | 10,97 |      |
| ULT                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Guanyador | LFD        | LFd         | LDD     | LDd    | PD      | PI    | MCA  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | 9,49       | 25,69       | 26,68   | 34,19  | 2,17    | 0,79  | 0,99 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | Perdedor   | 6,37        | 28,24   | 29,72  | 33,76   | 0,21  | 0,85 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Total     | 7,98       | 26,92       | 28,15   | 33,98  | 1,23    | 0,82  | 0,92 |
| INT                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Guanyador | LD         | Central     | LI      |        |         |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | 28,93      | 27,86       | 43,21   |        |         |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | Perdedor   | 32,30       | 28,57   | 39,13  |         |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Total     | 30,16      | 28,12       | 41,72   |        |         |       |      |
| PRL                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Guanyador | Amb finta  | Sense finta |         |        |         |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | 32,82      | 67,18       |         |        |         |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | Perdedor   | 38,83       | 61,17   |        |         |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Total     | 35,71      | 64,29       |         |        |         |       |      |
| TPL                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Guanyador | FT         | FTB         | PAL     | VAS    | Altres  |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | 62,72      | 21,55       | 10,87   | 3,11   | 1,75    |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | Perdedor   | 69,31       | 20,46   | 6,26   | 2,71    | 1,25  |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Total     | 65,90      | 21,03       | 8,65    | 2,92   | 1,51    |       |      |
| RCP                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Guanyador | Mà         | Aigua       |         |        |         |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | 94,76      | 5,24        |         |        |         |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | Perdedor   | 95,20       | 4,80    |        |         |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Total     | 94,97      | 5,03        |         |        |         |       |      |
| STJ                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Guanyador | SS         | 4:2         | 4:2/3:3 | 3:3    | 3:3/4:2 |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | 10,66      | 55,33       | 17,58   | 12,25  | 4,18    |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | Perdedor   | 5,31        | 56,78   | 21,12  | 13,15   | 3,64  |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Total     | 7,95       | 56,07       | 19,38   | 12,70  | 3,90    |       |      |
| POS                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Guanyador | Recupera   | No recupera |         |        |         |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | 18,64      | 81,36       |         |        |         |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           | Perdedor   | 25,47       | 74,53   |        |         |       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Total     | 21,93      | 78,07       |         |        |         |       |      |
| * Variables: FFIN (formes de finalització); POL (posició de llançament); ULT (procedència de l'última passada); INT (introducció de la pilota en la meta); PRL (preparació del llançament); TPL (tipus de llançament); RCP (recepció); STJ (sistema tàctic de joc); POS (recuperació de la possessió). |           |            |             |         |        |         |       |      |

**Taula 3**

Percentatges de les variables qualitatives amb significació estadística en la comparació segons la condició de guanyador-perdedor al final del partit ( $p < ,05$ )

amb una oposició reduïda. Per aquesta raó, i tenint en compte els resultats del nostre estudi sobre les posicions de llançament, atribuïm millor rendiment als guanyadors dels partits, que van llançar amb major freqüència des de posicions més pròximes a porteria. No obstant això, cal tenir en compte que aquesta situació no s'ha reproduït de la mateixa manera en tots els campionats examinats (Lupo, Tessitore, Minganti, King et al., 2011), possiblement per les diferències de nivell de les mostres analitzades en cada estudi.

Les direccions dels llançaments mesurades a través de la variable “introducció de la pilota en la meta” tenen a veure amb les posicions de llançament i aquestes, al seu torn, amb l'espai des d'on es fa l'última passada. És lògic que si hi ha diferències segons la condició de l'equip al final del partit en l'espai de procedència de l'última passada, també siguin distintes les posicions i direccions de llançament més freqüents per a cada cas. Els resultats han revelat que els equips guanyadors van tenir major capacitat per fer l'última passada des dels espais més pròxims a porteria. D'altra banda, mentre els equips guanyadors van llançar més al lateral esquerre, els perdedors ho van fer al dret. Quan s'analitzen les variables conjuntament observem que els guanyadors van tendir a fer més canvis d'orientació previs als llançaments i que van llançar més al pal curt, mentre que els perdedors van combinar més els seus llançaments als dos pals. Aquest fet podria denotar un compliment tàctic major per als equips guanyadors, encara que aquesta és una interpretació que no s'ha comprovat en aquest treball i sobre la qual cal continuar aprofundint en futurs estudis.

La forma gestual del llançament també té relació amb l'espai on es fa. Per exemple, la palmellada és més freqüent observar-la quan el llançament es fa des de posicions pròximes a la porteria (Lloret, 1998). Creiem que aquesta podria ser l'explicació per la qual els equips guanyadors han llançat amb major freqüència de palmellada i vasselina. Una altra de les raons podria ser la superioritat tècnica en aquestes habilitats.

Els resultats de les variables “durada” i “nombre de passes” ens porten a la idea que els equips guanyadors van tendir a cercar major rapidesa en la finalització de la DNTSAP. En concret, els guanyadors van presentar menor durada i nombre de passes que els perdedors. No obstant això, Lupo, Tessitore, Minganti, King et al. (2011) no van trobar diferències en la durada però sí en el nombre de passes. Aquest fet reflecteix que els equips guanyadors van ser capaços de circular més ràpid la pi-

lota, però no confirma la cerca de la rapidesa. Per tant, aquesta és una altra variable que ha d'examinar-se en successius estudis.

A més a més, els equips que van aconseguir la victòria van finalitzar més DNTSAP sense organitzar l'equip en algun sistema tàctic de joc. Interpretem que aquesta situació es deu al fet que el jugador boia es queda lliure de marcatge, després de l'expulsió del seu defensor, quan l'equip sense possessió de la pilota no està concentrat i no fa la transició a la inferioritat ràpidament.

## Conclusions

A partir de l'objectiu de l'estudi i dels resultats obtinguts en el X Campionat del Món de Waterpolo, concloem que els equips guanyadors i perdedors dels partits van tenir similars oportunitats de jugar en avantatge numèric; no obstant això, els equips guanyadors van demostrar que, en part, les seves victòries van tenir relació amb el seu millor rendiment en DNTSAP. Aquest es va veure reflectit en les diferències trobades en les variables relacionades amb el reglament (formes de finalització), l'espai (posició de llançament, procedència de l'última passada i introducció de la pilota a la porteria), la gestualitat (preparació del llançament, tipus de llançament i recepció prèvia al llançament) i l'estratègia motriu (sistemes tàctics de joc i recuperació de la possessió després de llançament). Els resultats sobre la dinàmica de l'acció de joc dels equips guanyadors han de tenir-se en compte a l'hora de programar i dissenyar els entrenaments en la cerca del rendiment esportiu.

## Referències

- Acero, R., & Lago, C. (2005). *Deportes de equipo. Comprender la complejidad para elevar el rendimiento*. Barcelona: Inde.
- Argudo, F. (2000). *Modelo de evaluación táctica en deportes de oposición con colaboración. Estudio práctico del waterpolo* (Tesi doctoral). Universitat de València, València, Espanya.
- Alonso, J. I. (2004). *Análisis de la estrategia motriz en el frontenis olímpico* (Tesi doctoral). Universidad Católica San Antonio, Murcia, Espanya.
- Argudo, F. (2005). *Conceptos, contenidos y evaluación táctica en waterpolo*. Murcia: UCAM.
- Argudo, F., Ruiz, E., & Abalde, A. (2010). Influencia de los valores de eficacia sobre la condición de ganador o perdedor en un mundial de Waterpolo. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 17(4), 21-24.
- Anguera, M. T. (2003). *Diseños observacionales en la actividad física y el deporte: estructura, alcance, y nuevas perspectivas*. Ponència presentada al II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Granada, Espanya.

- Anguera, M. T., Blanco, A., Losada, J., & Hernández, A. (2000). La metodología observacional en el deporte: conceptos básicos. *Lecturas: Educación Física y Deportes, Revista Digital*, 24. Recuperat de <http://www.efdeportes.com>.
- Anguera, M. T., Blanco, A., Hernández, A., & Losada, J. L. (2011). Diseños observacionales: ajuste y aplicación en psicología del deporte. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(2), 63-76.
- Blázquez, D. (1986). *Iniciación a los deportes de equipo*. Barcelona: Martínez Roca.
- Canossa, S. (2001). *Caracterização da organização do processo ofensivo das seleções femininas de elite, no Campeonato Europeu de Sevilha – 1997* (Tesi de maestría). Universidad do Porto, Porto, Portugal.
- Enomoto, I., Suga, M., Takahashi, M., Komori, Y., Minami, T., Fujimoto, M., ... Takahashi, J. (2002). A Notational Match Analysis of the 2001 Women's Water Polo World Championships. *A World Swimming Science Congress* (pàg. 487-493).
- FINA (Federació Internacional de Natació). (2001). *Water polo rules*. Laussane: FINA.
- Hernández, J., Castro, U., Cruz, H., Gil, G., Guerra, G., Quiroga, M., & Rodríguez, J. P. (2000). *La iniciación a los deportes desde su estructura y dinámica. Aplicación a la educación Física Escolar y al Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Inde.
- Hernández, J., & Rodríguez, J. P. (2004). *La Praxiología Motriz: Fundamentos y aplicaciones*. Barcelona: Inde.
- García-Marín, P. (2009). Evaluación cuantitativa de la desigualdad numérica temporal simple con posesión (Tesi doctoral). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Espanya.
- Lloret, M. (1998). *Waterpolo. Técnica-Táctica-Estrategia*. Madrid: Gymnos.
- Lupo, C., Tessitore, A., Minganti, C., & Capranica, L. (2010). Notational analysis of elite and sub-elite water polo matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 223-229.
- Lupo, C., Tessitore, A., Minganti, C., King, B., Cortis, C., & Capranica, L. (2011). Notational analysis of american women's collegiate water polo matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 753-757.
- Medina, J., & Delgado, M. (1999). Metodología de entrenamiento de observadores para investigaciones sobre E. F. y deporte en las que se utilice como método la observación. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 5, 69-86.
- Platanou, T. (2004). Analysis of the extra man offence in water polo: a comparison between winning and losing teams and players of different playing position. *Journal of Human Movements Studies*, 46, 205-211.
- Piñar, M. I. (2005). *Incidencia del cambio de un conjunto de reglas de juego sobre algunas de las variables que determinan el proceso de formación de los jugadores de minibasket (9-11 años)* (Tesi doctoral). Universidad de Granada, Granada, Espanya.
- Sarmiento, J. (1991). Análise das acções ofensivas. *Horizonte*, 4(7), 88-91.
- Soares, C. (2004). A superioridade numérica estática temporal no pólo aquático. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 74. Recuperat de <http://www.efdeportes.com>.
- Takagi, H., Nishijima, T., Enomoto, I., & Stewart, A. M. (2005). Determining factors of game performance in the 2001 World Water Polo Championships, 49, 333-352.
- Tenente, J. (1993). *Caracterização das acções ofensivas no Polo Aquático – Posses de bola, Número de passes e Remates* (Treball d'obtenció de grau de licenciatura). Universidade do Porto, Porto, Portugal.



## Les interaccions dels nadons en les activitats aquàtiques. Conseqüències educatives

### *Interaction of Babies in Water Activities. Educational Consequences*

Autor: **Gil Pla i Campàs**

Facultat d'Educació, Ciències Humanes i Traducció  
Universitat de Vic (Espanya)

Directors: **Dra. Montserrat Benlock i Burrull**

Facultat d'Educació, Ciències Humanes i Traducció  
Universitat de Vic (Espanya)

**Dr. Francesc Martínez i Olmo**

Facultat de Formació del Professorat  
Universitat de Vic (Espanya)

**Paraules clau:** activitats aquàtiques, interacció nen-adult, natació per a nadons, desenvolupament del nen, natació, destresa aquàtica, mediació, aprenentatge motor

**Keywords:** *water activities, child-adult interaction, baby swimming, child development, swimming, aquatic skills, mediation, motor learning*

**Data de lectura:** 15 de setembre de 2011

#### Resum

La present investigació té com a objectiu principal descobrir quins elements de la interacció educativa de la díade nen-adult afavoreixen o dificulten l'accés a les destreses aquàtiques per part del nen.

Aquesta voluntat general implica l'estudi teòric de diversos elements. D'una banda, la investigació fa un repàs de les activitats aquàtiques en general, incidint en la història i la cultura que finalment ha contribuït a l'existència d'un cert tipus de pràctiques educatives amb nadons i en el medi aquàtic. També es desenvolupa la noció d'aigua mitjançant la seva dimensió física, cultural i biològica, per la qual cosa coneixem un medi pluridimensional. Aquest treball posiciona la mirada de

l'autor entorn del model d'activitats aquàtiques per a nadons.

En un segon moment, i alhora orientant el paradigma de la investigació, es desenvolupa la noció d'interacció adult-nen. D'aquesta manera s'analitza en profunditat la visió sociocultural mitjançant autors de referència com Vygotskii, Valsiner, Rogoff i Cole. I també es desenvolupa una visió afectiva i emocional de la interacció gràcies a Bowlby, Ainsworth i Wallon. Aquest estudi conceptual permet delimitar els grans temes d'interès de la interacció en el medi aquàtic i defineix, al seu torn, el context d'anàlisi educativa.

Els objectius de la investigació s'aborden mitjançant l'estudi de quatre casos, quatre díades nen-adult, que són enre-

gistrades en vídeo durant els quatre mesos que dura un curs d'activitats aquàtiques per a nadons. La investigació fa un esforç important en delimitar unes categories bastant consistents que permetin un estudi profund i generalitzable dels casos. D'aquí que la categorització s'ha fet mitjançant unes dades tractades de forma quantitativa i que han permès obtenir diversos resultats que ens il·lustren quins aspectes de la interacció de la díade afavoreixen, i en quina mesura, l'accés a les destreses aquàtiques per part del nen. A partir d'aquests resultats, la investigació debat específicament sobre els aspectes educatius de la interacció i aporta algunes consideracions específicament educatives per elaborar pràctiques en aquest escenari educatiu.

## La tecnologia GPS aplicada a l'avaluació de l'entrenament i la competició en futbol

### *GPS Technology Applied to the Assessment of Training and Competition in Soccer*

Autor: **David Casamichana Gómez**

Facultat de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport  
Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (Espanya)

Director: **Dr. Julen Castellano Pauli**

Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (Espanya)

**Paraules clau:** GPS, anàlisi del moviment, jocs reduïts, futbol, validesa, fiabilitat

**Keywords:** *GPS, motion analysis, reduced games, soccer, validity, reliability*

**Data de lectura:** 2 de desembre de 2011

#### Resum

L'aplicació de la tecnologia al control del rendiment esportiu és un fet cada vegada més estès, i són nombroses les tècniques i instruments utilitzats per a aquesta finalitat. La recent incorporació de la tecnologia GPS al control de l'entrenament permet la monitorització de noves variables físiques fins avui no contemplades. L'objectiu general del present treball va ser avaluar l'entrenament i la competició en futbol a través de la utilització de la tecnologia GPS, i aquest treball està constituït per deu capítols, on s'han fet diferents estudis agrupats en quatre blocs.

La utilització d'aquesta tecnologia aportarà informació sobre els patrons de moviment que segueixen els jugadors durant ambdós tipus de situacions. No obstant això, es desconeix la validesa i fiabilitat d'aquests dispositius GPS amb una freqüència de mostreig de 10 hertz, i són una part fonamental de qualsevol estudi

d'investigació. En segon lloc, s'ha estudiat la relació entre diferents indicadors de càrrega utilitzats per quantificar sessions completes d'entrenament en futbol, ja que l'aplicació al control i avaluació de l'entrenament d'indicadors de càrrega vàlids i senzills podria facilitar la feina als tècnics en la planificació i adequació dels continguts d'entrenament. El segon dels blocs d'investigació s'ha centrat en l'estudi de les demandes físiques en competició. Malgrat ser un dels temes més recorreguts al llarg de la història de la recerca en futbol, ja que conèixer els patrons del perfil físic en el futbol atenent a les diferents demarcacions permet optimitzar el procés d'entrenament individualitzant les exigències en funció de la demarcació ocupada, la seva aplicació al món semiprofessional encara és desconeguda. Posteriorment (tercer bloc) s'ha dut a terme una avaluació de les demandes físiques del procés d'entrenament en el futbol semipro-

fessional fent-se una comparativa de les demandes físiques entre entrenaments i partits, i entre situacions de jocs reduïts i partits, en la qual s'han obtingut menors demandes referents a les accions fetes a alta intensitat durant entrenaments i jocs reduïts respecte als partits. Finalment (quart bloc), s'ha aprofundit en l'efecte que té la modificació dels jocs reduïts practicats habitualment en l'entrenament a partir de certes variables per conèixer l'efecte en les demandes físiques dels jugadors. Concretament, s'ha modificat la forma de distribuir la durada de la tasca, el nombre de jugadors participants i l'orientació de l'espai, i s'ha mostrat que es tracta de variables que influeixen en la resposta física, fisiològica i perceptiva dels jugadors; per tant, el tècnic esportiu pot manipular aquestes variables en funció dels objectius perseguits per augmentar o disminuir la intensitat de la tasca d'acord amb les seves pretensions.