

Indicadors psicofisiològics i conductuals de la condició física saludable i de l'adaptació a la competició esportiva¹

Eva Parrado Romero

Tesi Doctoral dirigida pel Dr. Lluís Capdevila Ortís

Departament de Psicologia Bàsica, Evolutiva i de l'Educació

Facultat de Psicologia

Universitat Autònoma de Barcelona

Juliol de 2010

¹ Aquest treball ha estat realitzat dins del marc del grup de recerca consolidat per la Generalitat de Catalunya 2009SGR-535 i amb el recolzament del MEC (DEP2006-56125-C03-01/PREV; PSI2008-06417-C03-01), i el Departament d'Educació i Universitats de la Generalitat de Catalunya i el Fons Social Europeu.

“Sapere Aude”

Agraïments

He sentit dir en moltes ocasions que la realització d'una tesi doctoral és una carrera de fons, que implica recórrer un llarg i arduós recorregut, en el que moltes vegades els pensaments negatius i les sensacions de defalliment et fan plantejar-te abandonar. També he sentit dir que es tracta d'un treball molt solitari. Afortunadament, puc dir que he tingut molts bons entrenadors que m'han preparat bé per fer front a la fatiga de la "carrera" i molts bons companys que mai m'han fet sentir sola durant aquest camí. A tots ells vull expressar la meva gratitud i la seva contribució en aquest treball.

En primer lloc vull expressar el meu agraïment al director d'aquesta tesi, al Lluís Capdevila, per donar-me la oportunitat de formar part del seu grup d'investigació, en el que m'ha implicat en tot moment, i que m'ha permès créixer tant a nivell acadèmic com a nivell personal. També vull agrair-li tots els coneixements que m'ha transmès, la seva orientació i el seu esperit treballador.

A la Montse Valero, amb qui he recorregut de principi a fi tot aquest llarg camí i que tant important ha estat per a superar els moments de "fatiga". D'aquesta "carrera de fons" la seva amistat incondicional és el millor premi que m'emporto.

De tots aquest anys de doctorat recordo de manera molt especial els moments que he compartit amb la Mònica Pintanel. Ella m'ha ensenyat que la organització, la ambició, l'esperit de superació i el treball ben fet no estan renyits amb la comprensió, la generositat i l'estimació.

Molt del coneixement, de l'entusiasme, i la dedicació, adquirits durant aquests anys ha estat gràcies als companys amb els que he compartit aquest doctorat, especialment al Javi Bueno, al Jordi Niñerola, a la Catarina Sousa, i al Julio Cervantes. Amb ells he compartit moltes converses científiques, però sobretot infinitat de bons moments i una bona amistat.

Als companys de la UPC, el Juan Ramos i el Miguel Ángel García que m'han aproximat a la comprensió de la complexitat tècnica de l'anàlisi de la variabilitat de la freqüència cardíaca, i que han contribuït de manera important en aquest treball.

Al Jordi Sort, per totes les revisions i suggeriments en aquest treball, així com pel seu suport i ànims.

A totes les persones que de manera voluntària han participat en els estudis que integren aquesta tesi, ja que sense la seva participació desinteressada, aquest treball no s'hagués pogut dur a terme.

Al Juanky, per la seva aportació creativa en la portada.

A l'Andreu Novakosky, a la Mari Carmen González, i als atletes del C.A. Laietània, per creure en el meu treball i donar-li un sentit real a aquesta tesi.

A la Marta Ocaña, el Miguel Ángel Martínez, la Irene Martínez, la Maria Giner i la Miriam Sorell, que durant aquests anys m'han ensenyat el veritable significat de la paraula amistat.

A la Carla, el Marc, el Sergi i la Dania, per fer-me somriure en els moments més difícils del tram final d'aquesta tesi.

A l'Òscar, per la seva paciència infinita, per la seva comprensió, per creure sempre en mi i recolzar-me en totes les meves decisions. El seu suport ha estat indispensable per a superar totes les dificultats.

Finalment, vull expressar el meu sincer agraïment als meus pares, l'Antonio i la M^a Carmen, i als meus germans, el Jose Luís i la Raquel, per contagiar-me del seu esperit crític i passió per aprendre cada dia. Ells han estat, són i seran els meus millors mestres. Gràcies de tot cor.

ÍNDEX

PRESENTACIÓ	9
1. INTRODUCCIÓ	13
1.1. ACTIVITAT FÍSICA I SALUT	14
1.2. INDICADORS DE LA CONDICIÓ FÍSICA SALUDABLE.....	18
1.3. SALUT, BENESTAR I QUALITAT DE VIDA	23
1.4. INDICADORS DE L'ADAPTACIÓ A LES CÀRREGUES ESPORTIVES.....	25
1.5. VARIABILITAT DE LA FREQUÈNCIA CARDÍACA	30
1.6. OBJECTIUS DE LA TESI.....	37
1.6.1. Objectiu general.....	37
1.6.2. Objectius específics	37
2. MÈTODE	39
2.1. AVALUACIÓ PSICOFISIOLÒGICA I CONDUCTUAL DE LA CONDICIÓ FÍSICA EN POBLACIÓ GENERAL	39
2.1.1. Participants	39
2.1.2. Mesures i instruments.....	41
2.1.3. Procediment i protocol d'estudi.....	43
2.2. AVALUACIÓ PSICOFISIOLÒGICA EN CONTEXT D'ESPORT DE RENDIMENT	43
2.2.1. Participants	43
2.2.2. Mesures i instruments.....	44
2.2.3. Procediment i protocol d'estudi.....	45
3. RESULTATS	47
3.1. AVALUACIÓ PSICOFISIOLÒGICA I CONDUCTUAL DE LA CONDICIÓ FÍSICA EN POBLACIÓ GENERAL	47
3.1.1. Avaluació dels Motius i Barreres per a la Pràctica d'Exercici Físic i nivell d'Activitat Física.....	47
3.1.2. RSAF i nivell d'Activitat Física	48
3.1.3. RSAF i Condició Física Saludable	48
3.1.4. Condició Física Saludable i nivell d'Activitat Física	48
3.2. AVALUACIÓ PSICOFISIOLÒGICA EN CONTEXT D'ESPORT DE RENDIMENT	49
3.2.1. Nivell de salut, benestar i qualitat de vida i anàlisi de la VFC.....	49
3.2.2. Comparació del Polar S810i amb el sistema Omega Wave Sport.....	50

3.2.3. Avaluació psicofisiològica de l'adaptació a la competició.....	50
4. DISCUSSIÓ	51
4.1. INDICADORS DE CONDICIÓ FÍSICA SALUDABLE EN POBLACIÓ GENERAL.	51
4.2. INDICADORS DE L'ADAPTACIÓ A LA COMPETICIÓ EN ESPORT DE RENDIMENT.....	56
4.2.1. Nivell de salut, benestar i qualitat de vida i anàlisi de la VFC.....	56
4.2.2. Comparació del Polar S810i amb el sistema Omega Wave Sport.....	58
4.2.3. Adaptació a les càrregues de competició.....	61
4.3. LIMITACIONS DELS ESTUDIS, LÍNIES ACTUALS DERIVADES DE LA TESI I LÍNIES FUTURES D'INVESTIGACIÓ	63
5. CONCLUSIONS	73
6. REFERÈNCIES	75
7. ANNEXES.....	97
7.1. ANNEX I. ARTICLE 1	99
7.2. ANNEX II. ARTICLE 2.....	117
7.3. ANNEX III. ARTICLE 3.	139
7.4. ANNEX IV. ARTICLE 4.....	149
7.5. ANNEX V. ARTICLE 5.	157
7.6. ANNEX VI. MODEL DEL QÜESTIONARI SF-12.	175
7.7. ANNEX VII. MODEL DEL QÜESTIONARI SFMS.	179
7.8. ANNEX VIII. MODEL DEL FORMULARI DE LES RECOMANACIONS PRÈVIES AL REGISTRE DE LA VFC.	183
7.9. ANNEX IX. MODEL D'INFORME DEL POLAR PRECISION PERFORMANCE .	187
7.10. ANNEX X. MODEL D'INFORME DEL SISTEMA OMEGA WAVE SPORT.....	191
7.11. ANNEX XI. MODEL D'INFORME DEL SOFTWARE FOR ADVANCED HRV ANALYSIS.	195
7.12. ANNEX XII. MODEL DELS INFORMES DEL SISTEMA DE MONITORITZACIÓ DE L'ESTRÈS- RECUPERACIÓ.	199

PRESENTACIÓ

La present tesi doctoral titulada “Indicadors psicofisiològics i conductuals de la condició física saludable i de l’adaptació a la competició” es presenta sota el format de compendi de publicacions. Aquesta tesi està emmarcada dins de tres projectes I+D+I: “*Intervención comunitaria e individual en el ámbito universitario para promocionar un estilo de vida saludable en relación al sedentarismo, la conducta alimentaria y el tabaquismo*” (SEJ 2005-05113); “*Sistema para el control de la salud durante la práctica de actividad física y de deporte: la variabilidad de la frecuencia cardiaca (HRV) como indicador de la condición física, del estrés y del sobreentrenamiento*” (DEP2006-56125); “*Indicadores de salud y de bienestar desde la edad adulta hasta el envejecimiento*” (PSI2008-06417), on als quals la doctoranda ha participat com a investigadora, a través de beques de col·laboració i d’una beca de FI de la Generalitat de Catalunya durant tres anys, i dels quals es deriven les 5 publicacions que conformen aquest treball.

En les publicacions que integren la tesi s’aborda l’estudi de diferents indicadors de la condició física i de l’adaptació a les càrregues esportives, amb l’objectiu de desenvolupar un sistema per al control de la salut durant la pràctica d’activitat física i d’esport basat en instruments vàlids i fiables de fàcil aplicació en context de laboratori i de camp. Els estudis que es presenten han estat realitzats en dos àmbits d’aplicació diferenciats: en l’àmbit de la població general i en l’àmbit de l’esport de rendiment.

La línia d’investigació en l’àmbit de població general ha donat lloc a dos publicacions en la *Revista de Psicología del Deporte*, i la línia en l’àmbit de l’esport de rendiment ha donat lloc a tres publicacions.

El primer article (Pintanel, Parrado, Siñol, Valero i Capdevila, 2007) va realitzar-se amb l'objectiu de desenvolupar un protocol i una metodologia d'avaluació de les variables que intervenen en la decisió d'iniciar-se i mantenir-se en la conducta activa. El segon article (Parrado, Cervantes, Ocaña, Pintanel, Valero i Capdevila, 2009), fruit del treball d'investigació desenvolupat durant els cursos de doctorat (Parrado, 2007) va tenir com a objectiu valorar la conducta activa en població general en base a un Registre Setmanal d'Activitat Física (RSAF) dissenyat per a determinar la quantitat d'activitat física quotidiana a temps real i solventar algunes limitacions manifestades en la literatura existent. El tercer article es va publicar a la revista *Apunts. Medicina de l'esport* (Capdevila, Rodas, Ocaña, Parrado, Pintanel i Valero, 2008) i es presenta com l'estudi pont entre les dues línies d'investigació en el que s'estudia la utilitat de l'anàlisi de la Variabilitat de la Freqüència Cardíaca com a indicador de l'estat de salut tant en població general com en esportistes. En base a les necessitats del grup de validar el sistema Omega Wave Sport, un sistema de registre àmpliament utilitzat en l'àmbit esportiu aplicat, però del que no s'havia estudiat la seva validesa per al registre de la VFC a nivell de recerca, es va dur un quart estudi, publicat en la revista *International Journal of Sports Medicine* (Parrado, García, Ramos, Cervantes, Rodas i Capdevila, 2010). Finalment, la tesi inclou un cinquè article publicat a la revista *Perceptual and Motor Skills* (Parrado, Cervantes, Pintanel, Rodas i Capdevila, 2010) en el que s'ha dut a terme un estudi aplicat d'avaluació de l'adaptació a les càrregues de competició durant un campionat de copa del món d'hoquei herba, a partir de la metodologia d'avaluació psicofisiològica presentada en els anteriors estudis.

A continuació es detallen les publicacions que integren aquesta tesi, ordenats en funció de la coherència temàtica que s'exposarà al llarg de la tesi:

Article 1: Pintanel, M., Parrado, E., Siñol, N., Valero, M., i Capdevila, Ll. (2007) Metodología de evaluación formativa de una intervención para promover la actividad física a nivel comunitario. *Revista de psicología del Deporte*, 16, 25-40.

Article 2: Parrado, E., Cervantes, J.C., Ocaña, M., Pintanel, M., Valero, M., i Capdevila, Ll. (2009) Evaluación de la conducta activa: el Registro Semanal de Actividad Física (RSAF). *Revista de psicología del Deporte*, 18, 197-216.

Article 3: Capdevila, Ll., Rodas, G., Ocaña, M., Parrado, E., Pintanel, M., i Valero, M. (2008). Variabilitat de la freqüència cardíaca com a indicador de salut en esport: validació amb un qüestionari de qualitat de vida (SF-12). *Apunts. Medicina de l'esport*, 158, 62-69.

Article 4: Parrado, E., Garcia, M. A., Ramos, J., Cervantes, J. C., Rodas, G., i Capdevila, Ll. (2010). Comparison of two devices to detect R-R intervals. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 336-341.

Article 5: Parrado, E., Cervantes, J.C., Pintanel, M., Rodas, G., i Capdevila, Ll. (2010). Perceived tiredness and heart rate variability in relation to overload during a field hockey world cup. *Perceptual and Motor Skills*, 110, 1-15.

En primer lloc, es presentarà la coherència temàtica i la justificació teòrica dels estudis que conformen la tesi. A continuació es descriuran de manera sintètica la metodologia seguida i els principals resultats relacionats amb les implicacions més importants de la tesi. En un quart apartat, es discutiran els resultats obtinguts, destacant la rellevància i la importància de cada estudi dins de cada línia temàtica, per acabar destacant les limitacions i les línies futures d'investigació. Finalment, es destacaran les conclusions més importants de la tesi.

1. INTRODUCCIÓ

La psicologia de l'esport i de l'activitat física, ha estat entesa com l'estudi científic de les persones i llur conducta en el context esportiu i de l'activitat física (Weinberg i Gould, 1996). Més específicament, aquesta branca de la psicologia inclou tradicionalment dues grans àrees temàtiques: l'estudi dels factors i de les variables que es relacionen i determinen el rendiment esportiu (psicologia de l'esport de rendiment) i l'estudi dels factors i de les variables que es relacionen amb la pràctica d'activitats físiques-esportives en relació amb la salut, el benestar personal i la qualitat de vida (psicologia de l'activitat física). Malgrat aquesta diferenciació, en l'estudi d'ambdues àrees es manifesta una necessitat comú, que és l'establiment d'indicadors, instruments i metodologies d'avaluació vàlids i fiables per a determinar i monitoritzar de manera senzilla el nivell de salut, tant en població general com en esportistes. D'aquesta manera, disposar d'indicadors que permetin la valoració quantitativa i qualitativa de l'estat de salut dels individus en relació a la seva pràctica física-esportiva resulta indispensable per als especialistes de les ciències de l'esport i de l'activitat física tant en l'àmbit de la investigació com en la pràctica professional. Concretament, des de l'àmbit d'estudi de l'activitat física en població general, conèixer els indicadors que es relacionen amb una millor condició física saludable i que intervenen en la decisió de les persones per a iniciar-se i mantenir-se en un estil de vida actiu permetrà el disseny i la implementació d'estratègies d'intervenció i promoció de la salut en relació a la pràctica d'activitat física. Per altra banda, en l'àmbit esportiu, l'estudi d'aquests indicadors serà fonamental per a explicar el rendiment de l'esportista al llarg de la temporada; conèixer la magnitud de la càrrega que l'esportista pot assolir i així poder planificar la temporada; i determinar el grau de fatiga assolit per l'esportista i d'aquesta manera

1. Introducció

modular les càrregues per tal de conduir-lo al màxim rendiment, minimitzant el risc de patir una síndrome de sobreentrenament (Bonete, Moya i Suay, 2008).

1.1. Activitat física i salut

És precisament a partir de l'any 1980, quan es manifesta l'interès per l'estudi interdisciplinari de la relació entre el seguiment d'un estil de vida actiu i la salut en la població general (Capdevila, 2008). Són moltes les evidències que, des de llavors, constaten que el sedentarisme és un factor de risc per a la salut, relacionat especialment amb les malalties cardiovasculars i amb les morts prematures (Katz, 2001; Paffenbarger, Hyde, Wing, Lee, Jung, i Kampert, 1993); i que mostren els beneficis a nivell cardiovascular dels individus que practiquen regularment exercici físic a una intensitat moderada o vigorosa respecte als sedentaris (Bird, Smith i James, 1998; USDHHS, 1999; Consejo Superior de Deportes, 2009), i a nivell psicològic, com per exemple, en la prevenció i millora d'estats depressius, de trastorns d'ansietat, en la reducció de l'estrès, en el retard del deteriorament de les funcions cognitives i intel·lectuals en persones grans, o en la millora de l'autoconfiança i la pròpia imatge corporal (Anshel, 1996; Paffenbarger i Olsen, 1996; Seraganian, 1993).

Per una altra banda, a nivell històric s'ha observat com de manera progressiva, durant el transcurs del segle XX, s'ha produït un efecte de *sedentarització* de la població dels països desenvolupats, principalment com a conseqüència de la industrialització, dels avenços tecnològics i del creixement econòmic i social. En general, la mecanització i la tecnologia han fet que les activitats que tradicionalment implicaven esforços d'intensitat moderada o alta, s'hagin substituït per activitats amb requeriments físics mínims, i amb intensitats baixes o molt baixes. A la vegada, els avenços en la medicina han comportat una evolució de les malalties de les persones, on els trastorns infecciosos i aguts han estat substituïts per la malaltia crònica

(Organització Mundial de la Salut, 2002), amb el consegüent cost assistencial que comporta per als països desenvolupats. La necessitat de reduir aquest cost ha estat un dels principals factors que ha motivat als governs d'aquests països a posar en marxa estratègies de prevenció de malalties i de promoció de salut en la població.

En aquest sentit, dins de la literatura científica, i especialment dins l'àmbit de la psicologia de la salut, han sorgit diferents teories que intenten donar resposta al perquè les persones realitzem o no determinades conductes de salut, com és el cas concret de la conducta d'activitat física. Un model àmpliament utilitzat, especialment en l'àmbit de la intervenció comunitària, ha estat el *Model Transteòric o dels Estats de Canvi*. Aquest model va ser desenvolupat per Prochaska i DiClemente (1982) en l'àmbit de les conductes addictives i examina les diferents etapes i processos de canvi que utilitza la gent, principalment per a eliminar conductes negatives o nocives per a la salut (Prochaska i Velicer, 1997), com seria el tabaquisme (Prochaska, Velicer, DiClemente, i Fava, 1988) i altres conductes addictives. Però tot i que el model es va proposar en un principi per classificar als individus respecte a l'abandonament del tabac o altres conductes addictives, s'ha aplicat també a la instauració de conductes saludables, com l'ús del preservatiu en les relacions sexuals, o en la conducta d'iniciar-se en la pràctica d'exercici de forma regular (Woods, Mutrie, i Scott, 2002).

En el *Model dels Estats de canvi* Prochaska, DiClemente, i Norcross (1992) descriuen com les persones es mouen a través de cinc estadis o etapes de canvi, conceptualitzant-ho com a una espiral a través de la qual les persones poden passar d'un estadi a un altre superior, contemplant la possibilitat de recaigudes a estadis anteriors (veure Figura 1). Els estadis de canvi tenen en compte els diferents processos pels quals passa una persona a l'hora de modificar o adquirir una conducta de salut, des de l'avaluació de la informació i la rellevància que tindrà la conducta sobre les seves vides,

1. Introducció

el compromís de passar a l'acció, la consolidació de la seva intenció al canvi, fins l'assoliment de l'objectiu d'adoptar o alterar una conducta específica.

En aquest sentit, els estadis de canvi en els quals una persona pot situar-se respecte a la conducta d'activitat o exercici físic serien els següents (Prochaska i Markus, 1994):

- **Precontemplació:** les persones no tenen la intenció de canviar la seva conducta de sedentarisme en els propers 6 mesos. Aquestes persones acostumen a valorar més els beneficis de mantenir la seva conducta de risc. En el cas de l'activitat física, els precontempladors van alternant períodes actius i sedentaris.
- **Contemplació:** les persones són conscients de que presenten un problema i pensen de manera seriosa canviar la seva conducta en els propers 6 mesos. Les persones resten en aquest estadi durant llargs períodes. En aquest cas, els contempladors tenen equilibrats els pros i els contres de la seva conducta.
- **Preparació per a l'acció:** les persones d'aquest estadi tenen la intenció de passar a l'acció en el proper mes. Aquestes persones ja han presentat algun intent de canvi en la seva conducta, com ara la pràctica d'activitat física, però de manera irregular.
- **Acció:** les persones en aquest estadi han modificat la seva conducta i la realitzen de manera regular havent-se iniciat dins d'un període d'entre un dia i 6 mesos. En el cas de l'activitat física serien persones que practiquen activitat física regular però des de fa menys de 6 mesos.
- **Manteniment:** en aquesta etapa les persones han consolidat la seva conducta i l'han mantingut ininterrompudament més de 6 mesos.

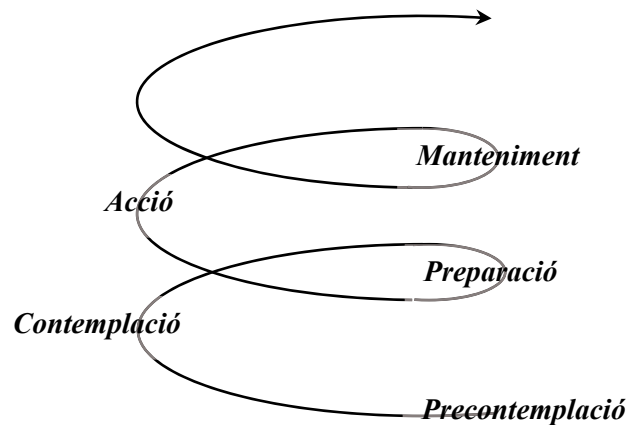


Figura 1. Model dels estats de canvi (Prochaska, DiClemente, i Norcross, 1992).

Sota la concepció d'aquest model, una estratègia de promoció de la pràctica física-esportiva tindria una major efectivitat en les persones situades en els estats de *Contemplació* i *Preparació* per a l'acció, al tractar-se del col·lectiu que manifesta la intenció de realitzar la conducta però que encara no ho ha aconseguit de manera regular. S'estima que un 43% de la població es troba en el conjunt d'aquests estats (USDHHS, 1999), percentatge pràcticament igual a l'observat pel nostre grup d'investigació en la comunitat universitària, situat en un 45% (Capdevila, Pintanel, Valero, Ocaña, i Parrado, 2006).

Però una de les principals problemàtiques que de manera sistemàtica ha presentat l'estudi de l'activitat física i la seva relació amb la salut ha estat la operativització del concepte *Activitat Física Saludable*. En aquest sentit, la literatura reflecteix una gran confusió i dispersió en la definició i determinació de la quantitat d'activitat física mínima necessària per a reportar beneficis en la salut dels individus. Habitualment, l'activitat física s'acostuma a descriure en base a tres dimensions: durada (minuts, hores), freqüència (vegades a la setmana o al mes), i intensitat o nivell d'esforç (rati de despesa energètica en kilocalories per minut o en METs per hora). Al respecte, els organismes de la salut que tenen més influència internacional com els *Centers for*

1. Introducció

Disease Control and Prevention (CDC), *el American College of Sport Medicine (ACSM)*, *el American Heart Association*, *U.S. Department of Health and Human Services (USDHHS)* i *l'Organització Mundial de la Salut (OMS)* coincideixen en que la quantitat física recomanada per a obtenir beneficis per a la salut seria d'un mínim de 150 minuts setmanals d'exercici aeròbic d'intensitat moderada (o 75 minuts setmanals, si la intensitat de l'exercici és vigorosa), reconeixent l'obtenció de majors beneficis en pràctiques de 300 minuts setmanals d'intensitat moderada (o 150 minuts setmanals si l'exercici és d'intensitat vigorosa) (Elsawy i Higgins, 2010; USDHHS, 2008). Però tal i com constaten alguns autors, les variacions metodològiques en la quantificació de la conducta i en la presentació dels resultats dels estudis epidemiològics dificulten la clarificació de la base de quantitat d'activitat física per a establir les recomanacions en l'àmbit de la salut pública (Blair, LaMonte, i Nichaman, 2004; Buch, Coote, i Townsend, 2002; Kahlmeier, Racioppi, Cavill, Rutter, i Oja, 2010). Existeix doncs la necessitat de disposar de sistemes i metodologies d'avaluació senzills, econòmics i pràctics basats en indicadors i instruments vàlids i fiables que ens permetin establir les bases per a l'elaboració, implementació i avaluació de programes d'activitat física saludable, a la vegada que existeix la necessitat de determinar la durada, freqüència i intensitat mínimes d'activitat física que es relacionin amb la millora de l'estat de salut de les persones.

1.2. Indicadors de la condició física saludable

La psicologia aplicada a l'activitat física ha estat molt prolífica des de finals del segle XX pel que fa a la creació i validació d'instruments d'avaluació de variables cognitives i conductuals que intervenen en el context de la pràctica d'exercici físic en relació a la salut, especialment en context anglosaxó. L'estudi en població espanyola, en canvi, ha estat escàs i manquen instruments adaptats i validats en aquesta llengua. Al

respecte, el nostre grup de recerca, dins del marc de diferents projectes d'investigació, ha dut a terme diversos estudis amb l'objectiu de dissenyar i implementar estratègies d'intervenció per a la promoció d'un estil de vida saludable en diferents col·lectius, especialment en la comunitat universitària, però també en altres col·lectius, com la gent gran. És sota aquest context on es va realitzar el primer estudi d'aquesta tesi doctoral, publicat en la *Revista de Psicologia del Deporte* amb l'objectiu d'estandarditzar un protocol d'avaluació, basat en mesures psicofisiològiques adaptades i validades a l'espanyol, per a poder dissenyar estratègies específiques adaptades a la mostra diana d'estudi.

En relació a les variables cognitives, unes de les variables més destacades en l'estudi dels factors que intervenen en l'inici i el manteniment d'un estil de vida actiu han estat les motivacions i les barreres. Diversos autors han destacat la importància dels factors motivacionals en relació a la pràctica d'activitats físiques i esportives (Cervelló, Hutzler, Reina, Sanz, i Moreno, 2005; García-Mas, Olmedilla, Morilla, Rivas, García, i Ortega, 2006; Ingledew i Sullivan, 2002; Marcus, Rakowski, i Rossi, 1992) i s'han creat i utilitzat autoinformes i qüestionaris amb la finalitat d'avaluar els diferents motius que influeixen en la decisió d'una persona per a iniciar-se en un estil de vida actiu (Frederick i Ryan, 1993; Gavin, 1992; Marsh, 1996; Melillo, Futrell, Williamson, Chamberlain, Bourque, MacDonell, et al., 1996; Sorensen, 1997). Dins de l'àmbit de l'activitat física i l'exercici, Markland i Ingledew (1997) van desenvolupar un instrument fiable per a avaluar la motivació extrínseca i intrínseca dels adults a l'hora de participar en exercici moderat, el *Exercise Motivations Inventory 2* (EMI-2), el qual va ser adaptat i validat a l'espanyol per Capdevila, Niñerola, i Pintanel (2004) (*Autoinforme de Motivos para la Práctica de Ejercicio Físico*; AMPEF). Per una altra banda, un altre aspecte rellevant a l'hora de planificar estratègies per a incrementar la

1. Introducció

motivació i l'adherència cap a l'inici i el manteniment d'un estil de vida actiu és la valoració de les barreres que dificulten la pràctica d'activitat física. En aquest sentit, malgrat l'interès que s'ha mostrat per la valoració dels motius per a practicar exercici físic, l'estudi i desenvolupament d'instruments de valoració de les barreres que percep la població per a no realitzar activitat física no ha estat tan prolífic. Una de les poques aportacions realitzades en aquest camp en llengua espanyola ha estat l' *Autoinforme de Barreras para la Práctica de Ejercicio Físico* (ABPEF; Niñerola, Capdevila i Pintanel, 2006).

A nivell conductual, en l'actu alitat existeixen una gran varietat de mètodes i instruments d'avaluació i quantificació de la conducta d'activitat física, que generalment expressen la quantitat d'activitat física realitzada durant un període de temps determinat en termes de despesa energètica. Alguns dels instruments que més s'han utilitzat són el *Minnesota Leisure Time Physical Activities Questionnaire* (MLTPAQ; Taylor, Jacobs, Schucker, Knudsen, Leon, i Debacker, 1978), el *7-Day Physical Activity Recall* (Blair, Haskell, Ho, Paffenbarger, Vranizan, Farquhar i cols., 1985) o el *Questionari de Baecke* (Baecke, Burema i Fritjers, 1982) que han estat àmpliament validats en diferents col·lectius (Ainsworth, Richardson, Jacobs, Leon i Sternfeld, 1999; Duncan, Sydemán, Perri, Limacher, Martin, 2001; Elosua, García, Aguilar, Molina, Covas i Marrugat, 2000; Elosua, Marrugat, Molina, Pons, Pujol i l'equip d'investigadors MARATHOM, 1994; Florindo i Dias de Oliveira, 2003; Philippaerts i Lefevre, 1998; Richardson, Ainsworth, Jacobs, i Leon, 2001). Aquests instruments basen la valoració de l'activitat física quotidiana en la quantificació del temps destinat a les activitats laborals, d'oci i esportives, les quals se suposa que comporten el major pes en el consum energètic diari total. Un cop quantificat el temps destinat a cada activitat es tradueix en termes de despesa energètica, en base a

compendis d'activitats publicats que relacionen un ampli ventall d'activitats amb la corresponent despesa energètica (Ainsworth, Haskell, Leon, Jacobs, Montoye, Sallis i cols., 1993; Ainsworth, Haskell, Whitt, Irwin, Swartz, Strath, i cols. 2000). Cal destacar, però, que aquestes taules de conversió han estat elaborades en base a mostres d'adults americans de classe social mitjana, la qual cosa limita el seu ús en poblacions amb característiques sociodemogràfiques diferents. Per altra banda, la principal limitació que presenten aquests instruments és que realitzen una valoració retrospectiva de les activitats físiques realitzades les 24 hores, la setmana, els tres mesos o l'any previs a la contestació de l'instrument, amb la consegüent pèrdua de validesa de les respostes obtingudes per sobreestimació de les activitats físiques esportives, i la infraestimació de les activitats físiques quotidianes (Shephard, 2003). La necessitat d'elaborar un qüestionari adaptat a les activitats i hàbits físics dels espanyols, que abasti un període de temps considerable, es converteix en una exigència en l'àmbit de la investigació de les ciències de l'activitat física. Per cobrir aquest buit de la investigació, es va realitzar el segon estudi d'aquesta tesi on es va estudiar la utilitat d'un registre setmanal d'activitat física (RSAF), elaborat en base als models de registre i qüestionaris abans citats (el *Minnesota Leisure Time Physical Activities Questionnaire* i el *7-Day Physical Activity Recall*) i en la simplificació i adaptació al nostre context social dels compendis d'activitats i despesa energètica.

Per altra banda, a l'hora de determinar el nivell de salut en relació a la pràctica física-esportiva, a part de les mesures cognitives i conductuals, és necessari disposar de mesures objectives que ens permetin determinar l'estat de condició física saludable. En aquest sentit, l'avaluació de la condició física saludable ha esdevingut una mesura objectiva per avaluar l'estat de salut de la persona en relació amb la seva capacitat física per a dur a terme les activitats físiques i presenta com a principal avantatge que

1. Introducció

permet ser mesurada tant en estudis de laboratori com en estudis de camp (Hardman, 2001). Els components de la condició física que estan directament relacionats amb la salut són quatre: la *resistència cardiorrespiratòria*, la *força i resistència musculars*, la *composició corporal* i la *flexibilitat* (ACSM, 2003; Capdevila, 2005). En general, el component al que més atenció se li ha dedicat per la seva relació directa amb els trastorns cardiovasculars ha estat la *resistència cardiorrespiratòria* i és per aquest motiu que en moltes ocasions s'ha utilitzat la valoració del nivell cardiorrespiratori com a indicador del nivell de pràctica d'activitat física (Ainsworth, et al., 1999; Blair et al., 1985; Richardson, et al., 2001; Siconolfi, Lasater, Snow i Carleton, 1985; Hopkins, Wilson, i Russell, 1991). Tradicionalment, un dels sistemes més vàlids i fiables per a valorar aquest component ha estat la realització de proves d'esforç, que basen la seva mesura en la valoració del nivell cardiorrespiratori durant la realització d'un esforç controlat. La unitat de mesura que s'acostuma a utilitzar és el consum d'oxigen ($\dot{V}O_2$), que tot i que sovint s'obté a través de mesures indirectes, la manera més adequada de mesurar-lo és a través del registre de la composició de l'aire expirat i el volum respiratori durant una execució física màxima (Haskell i Kiernan, 2007). Però es tracta d'un procediment car i costós que relega la valoració de la condició física a un nombre limitat de subjectes. En l'àmbit de l'avaluació de la condició física, existeixen nombrosos sistemes i proves, però en molts casos resulten difícils d'aplicar per la dificultat en el procediment i pel cost elevat que suposen. L'*American College of Sports Medicine* (ACSM, 2003) proposa una bateria de proves amb la pretensió de que qualsevol persona pugui auto-diagnosticar d'un forma senzilla si és una persona activa o sedentària (Taula 1). No obstant, la prova per a valorar el component cardiorrespiratori, el test de la milla, comporta dificultats en la valoració en context de laboratori, ja que la seva aplicació requereix d'un espai físic exterior. Conseqüentment, en els nostres

estudis hem optat per proves alternatives de fàcil aplicació, basades en la recuperació d'un esforç senzill, com és el Test de Ruffier-Dickson (Capdevila, 2005). Malgrat això, la determinació d'un test vàlid, fiable i de fàcil aplicació, per a valorar la condició cardiorrespiratòria en les persones, comporta certes dificultats. En aquest sentit, l'anàlisi de la variabilitat de la freqüència cardíaca s'està mostrant com un excel·lent indicador de l'estat de salut que reuneix els avantatges de constituir una mesura objectiva, ràpida i quantificable, com més endavant explicarem.

Taula 1. Proves de condició física saludable (ACSM, 2003)

Component de la condició física	Nom de la prova	Descripció de la prova
Resistència cardiorrespiratòria	Test de la milla	Es basa en caminar una milla (1,6 Km) al ritme més ràpid que sigui possible, cronometrant el temps que s'hi destina. Immediatament al finalitzar la prova, s'efectua el registre de la freqüència cardíaca (FC) en un minut. Els valors obtinguts del temps destinat a fer la prova i de la FC després de l'esforç es traslladen a uns barems específics per a determinar el nivell cardiorrespiratori.
Força i resistència musculars	Test de fondos	Es basa en la realització del número màxim de flexions de braços fins l'esgotament, sense un temps determinat. Es comptabilitzen el número màxim de flexions completes que s'han realitzat i s'interpreta el valor obtingut a partir dels barems corresponents.
Flexibilitat	Flexió del tronc endavant	Es basa en la flexió del tronc endavant, en posició d'asseguts, sense estrebades ni rebots i sense flexionar les cames, extenent els braços i lliscant amb la punta dels dits a la màxima distància que es pugui assolir. Es recupera la posició inicial i es repeteix la prova dues vegades més. Finalment, s'escull la distància màxima aconseguida en els tres intents i s'interpreta el valor a partir dels barems corresponents.
Composició corporal	Índex de massa corporal	Es realitza la valoració de la composició corporal a partir de la medició de l'alçada i el pes de la persona, aplicant la següent fórmula: $IMC = \text{Kg/m}^2$. S'anota i s'interpreta el valor a partir dels barems corresponents.

1.3. Salut, benestar i qualitat de vida

A part de la valoració de la condició física, els investigadors han mostrat un gran interès en relacionar la pràctica d'activitat física amb la percepció de l'estat de salut, el

1. Introducció

benestar i la qualitat de vida (Guillén-García, Castro y Guillén-García 1997). Dins de l'àmbit de la salut pública un instrument d'utilització creixent per la validesa que ha mostrat com a indicador de la qualitat de vida en relació a la salut i el benestar ha estat el qüestionari SF (*The Short Form Health Survey*) i les seves diferents versions, com el SF-36 o el SF-12. Aquesta família de qüestionaris ha resultat útil per a avaluar la qualitat de vida relacionada amb la salut en la població general i en subgrups específics, comparar la càrrega de molt diverses malalties, detectar els beneficis en la salut produïts per un ampli rang de tractaments diferents i valorar l'estat de salut de pacients individuals (Ware, 2000). També s'ha utilitzat en l'àmbit de l'activitat física per a valorar la percepció de l'estat de salut i l'activitat vagal en relació a diferents intensitats de pràctica d'activitat física -valorada en termes de despesa energètica- (Buchheit, Simon, Charloux, Doutreleau, Piquard, i Brandberger, 2005, 2006). Els interessos del nostre grup de recerca van en una línia i uns objectius similars als d'aquests estudis, quant a la cerca d'un indicador senzill, vàlid i fiable que permeti objectivar l'estat de salut, i els canvis a nivell psicofisiològic en relació a la pràctica física-esportiva, tant en població general com en esportistes. Amb aquesta finalitat, es va dur a terme el tercer estudi que es presenta en aquesta tesi, publicat en la revista *Apunts. Medicina de l'Esport* (Capdevila, et al., 2008). En aquest estudi es va realitzar la valoració de la salut autopercebuda a partir del SF-12, una versió reduïda del SF-36 que millora les propietats mètriques i la interpretació de l'escala original i es mostra com una alternativa útil quan es pretén avaluar conceptes generals de salut física i salut mental (Ware, 1996). La versió espanyola del SF-12 permet explicar un 91% de la variabilitat de les dades del SF-36 en els sumaris físic i mental. No obstant, una limitació en l'ús del SF-12 és que comporta una pèrdua de precisió en les puntuacions de les vuit dimensions que conformen l'escala original, ja que en aquesta versió reduïda es veuen representades

només per un o dos ítems i al gups dels ítems només tenen dues opcions de resposta. En aquest sentit, s'aconsella interpretar només les dues puntuacions sumàries corresponents als components físic i mental (Ware, 2000). Malgrat això, encara seria possible calcular algunes de les vuit dimensions originals del SF-36 seguint els seus mateixos criteris de codificació i de correcció (Capdevila, 2007).

1.4. Indicadors de l'adaptació a les càrregues esportives

Dins de l'àmbit de l'esport de rendiment i de competició s'ha abordat l'estudi dels indicadors que determinen l'estat de condició física, la salut i el rendiment, centrant l'interès en la valoració dels efectes que presenten les càrregues d'entrenament en l'estat físic i emocional de l'esportista, amb l'objectiu d'optimitzar la seva execució, i a la vegada controlar l'aparició d'estats adaptatius de fatiga crònica o sobreentrenament. És reconegut pels científics de l'esport, entrenadors i esportistes que la millora del rendiment requereix un increment de les càrregues d'entrenament, que condueix a un *sobreentrenament positiu* (o sobrecàrrega funcional), manifestat per una disminució de la capacitat funcional de l'organisme, però que integrada dins d'un procés natural de l'entrenament i després d'un període de recuperació, acaba resultant en un estat adaptatiu de millora del rendiment. Així és, el rendiment òptim només s'aconsegueix quan els esportistes presenten un balanç entre les càrregues d'entrenament i de recuperació.

Períodes d'entrenament intens poden conduir a estats de sobrecàrrega funcional. Però quan aquests períodes no s'acompanyen d'una recuperació adequada, és possible l'aparició d'estats patològics com la *Síndrome del Sobreentrenament*. Sota aquesta contextualització, queda patent la importància del paper de la recuperació dins del procés de preparació en els esportistes. En canvi, en general, les investigacions s'han centrat més en l'estudi dels factors que produeixen estrès en els esportistes (tant físic

1. Introducció

com psicològic) que en els factors de recuperació (Kellmann i Günther, 2000), la qual cosa és paradoxal, tenint en compte que els esportistes passen més temps en activitats de recuperació que entrenant (Bishop, Jones i Woods, 2008).

L'estudi del sobreentrenament s'ha abordat des de diferents disciplines com la medicina de l'esport, la fisiologia, o la psicologia, especialment per la diversitat que manifesta aquesta síndrome pel que fa a la seva etiologia. Des de la psicologia, el seu estudi s'ha basat essencialment en la recerca d'indicadors i instruments sensibles per a la detecció d'alteracions en l'estat d'ànim, relacionats amb canvis en les càrregues d'entrenament. En general, els estudis han mostrat correlacions significatives entre diferents paràmetres bioquímics, immunològics, hormonals, fisiològics i psicològics sota situacions d'entrenament intens (Coutts, Slattery, i Wallace, 2007; Filare, Lac, i Pequignot, 2003; Pierce, 2002), però en general, aquests resultats són inconsistents a l'hora de diagnosticar de manera diferenciada estats funcionals de sobrecàrrega o fatiga, d'estats disfuncionals. Dins de la literatura s'ha reconegut la importància de l'estudi d'indicadors psicològics per a la detecció precoç, especialment perquè les alteracions psicològiques coincideixen amb canvis fisiològics i de rendiment, i a la vegada són precursoras d'alteracions neuroendocrines (Meeusen, Duclos, Gleeson, Rietjens, Steinacker, i Urhausen, 2006). Tanmateix, aquest tipus de mesures són interessants perquè presenten com a avantatge, respecte a altres marcadors bioquímics o fisiològics, que són econòmiques i poc invasives (Main i Grove, 2009). D'entre les valoracions psicològiques es destaca la valoració de les alteracions en els estats d'ànim, avaluat principalment pel Perfil dels Estats d'Ànim (*Profile Of Mood States, POMS*; McNair, Lorr i Droppleman, 1971) que s'ha correlacionat amb increments de càrregues d'entrenament, en diferents especialitats esportives (Berglund i Säfström, 1994; Filare, et al., 2001; Hooper, Mackinnon, i Hanrahan, 1997; Morgan, Brown, Raglin, O'Connor,

i Ellickson, 1987; Raglin i Morgan, 1994), mostrant-se especialment sensible a sobrecàrregues funcionals a curt a term ini (Cervantes, Florit, Parrado, Rodas, i Capdevila, 2009). També s'ha abordat el sobreentrenament en l'àrea de l'estudi dels aspectes perceptius, a través de la percepció de l'esforç, principalment avaluat amb les escales RPE (Borg, 1970) i CR-10 (Borg, 1982). Una altra àrea d'estudi molt important ha estat l'avaluació dels signes de comportament, que es basa en la valoració de les percepcions subjectives dels esportistes referents a diferents signes relacionats amb períodes d'entrenaments d'alta intensitat com poden ser un estat general de fatiga, malestar físic, insomni, pèrdua de l'apetit, o poca concentració (Fry, Grove, Morton, Zeroni, Gaudieri, i Keast, 1994; Main, et al., 2009). Dins d'aquesta àrea, la Societat Francesa de Medicina de l'Esport, ha proposat un qüestionari estandarditzat de sobreentrenament (*Qüestionari SFMS*; Legros, i el grup "surentraînement", 1993). Aquest qüestionari consta de 54 ítems de resposta dicotòmica que descriuen símptomes clínics de sobreentrenament. A partir del recompte de les respostes afirmatives, s'obté una puntuació de sobreentrenament, on puntuacions per sota de 20 es relacionen amb una adaptació favorable a les càrregues esportives (Maso, Lac, i Brun, 2005). Aquest instrument ha mostrat correlacions significatives amb diferents marcadors bioquímics en un ampli nombre d'estudis (Benhaddad, Bouix, Khaled, Micallef, Mercier, Bringer, et al., 1999; Elloumi, Ounis, Tabka, Van Praagh, Michaux, et al, 2008; Maso, Lac, Filaire, Michaux, i Robert, 2004; Varlet-Marie, Maso, Lac, i Brun, 2004; Varlet-Marie, Mercier, i Brun, 2006).

Però abordar el sobreentrenament considerant únicament la dimensió de l'estrès, malgrat ser vàlid, és insuficient si es pretén determinar amb major precisió l'estat dels esportistes (Kellman i Günther, 2000). Des de finals de la dècada de 1980, s'ha destacat el paper de la recuperació com a part del procés de sobreentrenament (Morgan, Brown,

1. Introducció

Raglin, O'Connor, i Ellickson, 1987; Kuipers i Keizer, 1988), però només es tenia en compte la valoració d'indicadors d'estressors deguts a canvis en les càrregues d'entrenament. De manera més recent, una primera aproximació a l'estudi de la percepció de la recuperació ha estat la proposta de Kenttä i Hassmén (1998), a través del qüestionari *Total Quality Recovery* (TQR; Kenttä i Hassmén, 1998). Posteriorment, Kellmann i Kallus (2001) van desenvolupar el *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes* (REST-Q Sport), que mesura l'equilibri estrès-recuperació des d'una perspectiva multidimensional, oferint una idea aproximada tant de ls agents estressors com de les estratègies de recuperació que l'esportista utilitza. Aquesta aproximació es basa en un model teòric (Kellmann, 2002) que descriu les interrelacions dels estats d'estress i les demandes de recuperació. La idea bàsica és que quan es dona un increment de l'estress, és necessari que s'acompanyi d'un increment en la recuperació (Figura 2).

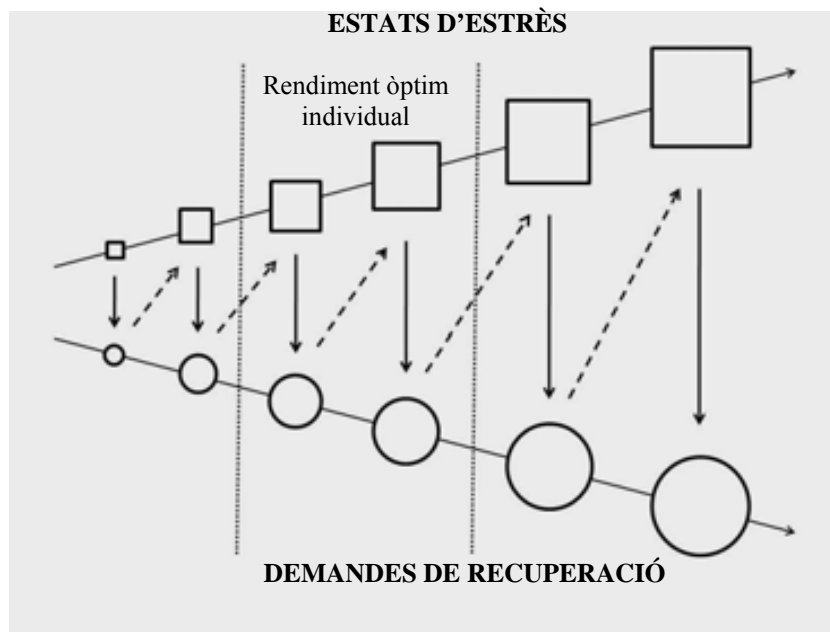


Figura 2. Model d'estress-recuperació (Kellman, 2000).

Això es tradueix en que la situació d'equilibri o desequilibri vindrà determinada no únicament per les estratègies d'afrontament a les situacions d'estress sinó també per la capacitat individual per a utilitzar les estratègies necessàries de recuperació. El model

considera l'anàlisi del sobreentrenament en base a l'estat d'estrès-recuperació, considerant-lo com a un concepte, com diem, multidimensional que representa la magnitud de l'estrès tant físic com psicològic, la capacitat individual d'utilitzar estratègies de recuperació i les estratègies específiques portades a terme. L'avaluació dels canvis en el procés d'estrès i recuperació en els esportistes, doncs, és una eina potencial per a monitoritzar als esportistes quan s'estan aproximant a les competicions (Coutts, Wallace, i Slattery, 2007; Kellmann i Günter, 2000; Kellmann, Altenburg, Lormes, i Steinacker, 2001; Mäestu, Jürimäe, i Jürimäe, 2005). Un aspecte rellevant d'aquest model es basa en que porta implícit l'establiment de les bases d'una possible intervenció, ja que permet detectar les àrees que estiguin més relacionades amb la fatiga o el sobreentrenament. En tot cas, la utilitat d'aquest model a nivell d'investigació ha estat limitada a la monitorització de les càrregues en situació d'entrenament (Jürimäe, Mäestu, Purge, i Jürimäe, 2004; Mäestu, Jürimäe, Kreepiou, i Jürimäe, 2006; González-Boto, Salguero, Tuero, González-Gallego, i Márquez, 2008), i manquen estudis que monitoritzin estats de fatiga durant el transcurs de les competicions.

En canvi, són diversos els estudis que han destacat que es tats de sobrecàrrega disfuncional o sobreentrenament poden influenciar l'èxit d'un equip durant la competició (Filaire, Bernain, Sagnol, i Lac, 2001; Lehmann, Schnee, Scheu, Stockhausen, i Bachl, 1992; Naessens, Chandler, Kibler, i Driessens, 2000; Purge, Jürimäe, i Jürimäe, 2005). Establir la relació entre instruments de diagnòstic de fatiga o sobreentrenament abans d'una competició pot resultar útil per a regular la participació dels esportistes durant les competicions, sent a més a més important aquesta informació per als entrenadors a l'hora de prendre decisions tècniques. Però en aquest context la metodologia d'avaluació no ha de ser invasiva, ha de ser de fàcil aplicació i ha de permetre un ràpid diagnòstic. En un estudi realitzat durant la preparació preolímpica en

1. Introducció

L'equip nacional d'hoquei herba, vam observar en els jugadors que una major percepció de fatiga correlacionava significativament amb una menor activitat vagal. Aquests resultats ens van indicar que la percepció de l'estat físic en els jugadors es corresponia amb la resposta fisiològica de l'organisme. Així, i tenint en compte que els indicadors psicològics es mostren com a bons marcadors precoços d'estats de fatiga, vam estudiar en l'Article 5 (Parrado, Cervantes, Pintanel, Rodas, i Capdevila, 2010) la utilitat de la percepció de fatiga, avaluada just abans de l'inici de la copa del món d'hoquei herba, com a variable predictora de la resposta simpato-vagal davant la fatiga deguda a la acumulació de partits durant el campionat.

1.5. Variabilitat de la freqüència cardíaca

A part dels indicadors cognitius i conductuals que hem descrit fins el moment, existeixen un gran nombre d'indicadors fisiològics per al control de l'impacte en la salut de la pràctica d'activitat física o la pràctica esportiva de rendiment, així com per a la determinació de la condició física en les persones. Però en general, l'obtenció de paràmetres vàlids, com el $\dot{V}O_2$, la concentració de lactat en sang, o marcadors hormonals, entre d'altres, impliquen procediments i metodologies amb un alt cost, limitats a un percentatge mínim de persones. Tanmateix, acostumen a basar-se en tècniques invasives que limiten el seu ús a situacions de laboratori, la qual cosa no permet obtenir dades en contextos reals, com per exemple durant una competició esportiva.

Un dels indicadors que més s'ha utilitzat per la seva facilitat de registre i interpretació ha estat el registre de la mitjana de la freqüència cardíaca en pulsacions per minut. Però en un cor humà, a l'interval de temps entre batecs no presenta un ritme regular, sinó que s'hi pot observar certa variació entre el temps entre batecs consecutius. Aquest rang d'oscil·lació dels temps entre batecs cardíacs consecutius es coneix com la

variabilitat de la freqüència cardíaca (VFC). La VFC es tracta d'un valor de mesura de l'activitat neurovegetativa i de la funció autònoma del cor, i representa una mesura de la capacitat d'adaptació de l'organisme a factors de càrregues endògenes i exògenes (Capdevila, 2008). En el darrer anys, l'anàlisi de la VFC ha estat una tècnica molt utilitzada per la seva implicació en l'activitat del sistema nerviós autònom (SNA), a través d'una relació dinàmica entre les seves dues branques, la simpàtica i la parasimpàtica, en el nòdul sinusal.

L'anàlisi de la VFC ha mostrat un creixent interès en diferents àmbits principalment perquè es tracta d'un mètode no invasiu per a avaluar la regulació autonòmica de la freqüència cardíaca (Sandercock, Bromley, i Brodie, 2005). Les diferents mesures de l'anàlisi de la VFC s'originen a partir del complex QRS de l'electrocardiograma (ECG). La VFC es basa en la durada de l'interval de temps entre pics R consecutius (intervalls RR) d'un ECG. Tradicionalment, la seva anàlisi s'ha realitzat a partir de metodologies de càlcul lineals, en el domini temporal i en el domini de la freqüència, tot i que recentment també s'apliquen metodologies d'anàlisi no lineals.

Els paràmetres obtinguts en el domini temporal es basen en càlculs estadístics que s'obtenen a partir dels valors en mil·lisegons entre intervals RR consecutius (Taula 2). La principal limitació dels mètodes en el domini temporal és que no permeten discriminar entre la influència simpàtica o parasimpàtica. En canvi, l'anàlisi en el domini de la freqüència, introduït per Askelrod, Gordon, Ubel, Shannon, Berger i Cohen (1981), permet estimar l'efecte de cada branca específica del SNA. Així, l'energia espectral de la banda de les altes freqüències (HF; 0.15-0.40 Hz) està sota control parasimpàtic, mentre que la banda de les baixes freqüències (LF; 0.04-0.15 Hz) reflecteix tant el control simpàtic com el parasimpàtic. Conseqüentment, la ratio LF/HF

1. Introducció

és un índex de l'equilibri simpatovagal, i es considera, amb altres índexs de la VFC com a una mesura no invasiva del control autonòmic (Taula 3). Altres tècniques utilitzades corresponen a mètodes no lineals, que han despertat un gran interès per part dels investigadors en els darrers anys (Achayra, Joseph, Kannathal, Lim, i Suri, 2006; Huikuri, Makikallio, i Perkiomaki, 2003).

Taula 2. Paràmetres d'anàlisi de la VFC en el domini temporal (Task Force, 1996)

Paràmetres	Altres designacions	Unitat	Definició
Mesures Estadístiques			
RR	NN	ms	Interval entre dos batecs (pics R en l'ECG).
AvgRR	RR _{mw}	ms	Duració mitjana de tots els intervals RR o intervals NN.
SDNN	SD, SDRR	ms	Desviació estàndard de tots els intervals RR (variabilitat total).
SDANN		ms	Desviació estàndard de la mitjana dels intervals RR de tots els períodes de 5 minuts del període de registre total.
SDNN index		ms	Mitjana de les desviacions estàndard de tots els intervals NN per a tots els períodes de 5 minuts del període de registre total.
RMSSD	r-MSSD rMSSD	ms	Arrel quadrada de la mitjana de la suma de les diferències al quadrat de tots els intervals RR successius.
SDSD	RRSD	ms	Desviació estàndard de la diferència entre intervals RR contigus.
pNN50 (NN50)		%	Percentatge de intervals RR consecutius, que discrepen més de 50 ms entre sí.
Mesures Geomètriques			
Índex triangular de la VFC	HRV índex		N/M, on N és el número de valors de la sèrie RR i M el màxim del corresponent histograma.
TINN		ms	Base del triangle al que s'ajusta el histograma. Relació de la base entre l'alçada.

Taula 3. Paràmetres d'anàlisi de la VFC en el domini de la freqüència. (Task Force, 1996)

Paràmetres	Altres designacions	Unitat	Definició
TP	Potència total	ms ²	Espectre general (espectre de la densitat del rendiment total). Variància de tots els intervals RR <0.4 Hz.
VLF	Freqüència molt baixa	ms ²	Potència en el rang de les molt baixes freqüències (0.00-0.04 Hz)
		%	Part percentual del VLF de l'espectre general.
LF	Freqüència baixa	ms ²	Potència en el rang de les baixes freqüències (0.04 -0.15 Hz)
		%	Part percentual del LF de l'espectre general.
HF	Freqüència alta	ms ²	Potència en el rang de les altes freqüències (0.15-0.40 Hz)
		%	Part percentual del HF de l'espectre general.
LF/HF		%	Proporció entre LF (ms)/ HF (ms).

La utilització de la VFC amb finalitats diagnòstiques en l'àmbit clínic de la medicina va començar amb els estudis de Hon i Lee (1965), i des de llavors el número de publicacions sobre VFC en revistes especialitzades s'ha anat incrementant. Però no és fins l'any 1996 on l'estudi de la VFC s'aplica en el context de la medicina de l'esport, moment en el que van aparèixer els primers aparells portàtils de registre de la freqüència cardíaca, que permetien realitzar registres de camp amb la fiabilitat i qualitat dels electrocardiògrafs de laboratori (Rodas, Pedret, Ramos, i Capdevila, 2008). A partir d'aquell moment, es va donar un creixent interès en l'anàlisi de la VFC, i els continus avanços en tecnologia informàtica i electrònica han permès el seu registre de forma vàlida i fiable, la seva retroalimentació a temps real i la seva utilitat fins i tot en situacions de camp. La possibilitat de registrar de manera continua els batecs cardíacs en situacions de repòs, moviment i esforç físic mitjançant aparells portàtils de fàcil ús, vàlids i fiables, va obrir les portes a la utilització de l'anàlisi de la VFC amb finalitats aplicades i d'investigació en l'àmbit interdisciplinari de les ciències aplicades a l'esport.

1. Introducció

Un exemple és la introducció al mercat l'any 1983 del primer dispositiu de registre de freqüència cardíaca in alàmbic (model *Polar Sport Tester PE 2000*) que permetia capturar i guardar cada cinc segons la freqüència cardíaca (Laukkanen i Virtanen, 1998). Uns anys després, va sorgir un nou model de pulsòmetre, el *Polar Vantage NVTM heart rate monitor*, que incloïa la transmissió codificada de les dades, el registre batec a batec de la freqüència cardíaca (interval RR), i un sistema d'anàlisi (*Polar Advantage Interface System TM and Precision Software TM for Windows*). A partir d'aquest moment diferents models han anat apareixent en el mercat, d'entre els quals destaca el pulsòmetre *Polar S810i*, validat per diversos estudis (Gamelin, Baquet, Berthoin, i Bosquet, 2008; Gamelin, Berthoin, i Bosquet, 2006; Kingsley, Lewis, i Marson, 2005; Grossi Porto i Junqueira, 2009; Nunan, Donovan, Jakovljevic, Hodges, Sandercock, i Brodie, 2009; Nunan, Jakovljevic, Donovan, Hodges, Sandercock, i Brodie, 2008; Radespiel-Tröger, Rauh, Mahlke, Gottschalk, i Mück-Weymann, 2003; Vanderlei, Silva, Pastre, Azevedo, Godoy, 2008; Weippert, Kumar, Kreuzfeld, Arndt, Rieger, i Stoll, en premsa). Però cal considerar que el primer pas per a un correcte anàlisi de la VFC és l'obtenció d'una senyal d'ECG de bona qualitat. En aquest sentit, els monitors de freqüència cardíaca com el *Polar S810i*, presenten com a principal limitació que el registre que realitzen presenta errors en la captura dels interval RR (Gamelin, et al, 2006; Kingsley, et al, 2005). Aquests errors acostumen a corregir-se de manera prèvia al càlcul dels paràmetres, a través de l'aplicació de protocols de correcció d'errors basats en complexos procediments matemàtics, aspecte que limita l'obtenció d'una anàlisi vàlida de la VFC per part dels professionals de l'esport. En la pràctica aplicada, han sorgit aparells de registre que solventen aquesta limitació, com és el cas del sistema *Omega Wave Sport (OWS)* que permet obtenir un registre sense errors, ja que el propi sistema atura el registre davant la pèrdua de la senyal RR, durant el ECG de

repòs que realitza. D'aquesta manera, a partir del registre amb el OWS és possible obtenir un feedback immediat de l'anàlisi de la VFC, i per tant, de l'estat de la persona, sense necessitat d'una depuració prèvia de les dades. De totes maneres, a nivell científic, no existia cap estudi que hagués investigat la validesa del OWS. D'acord a aquest buit en la investigació es va realitzar l'Estudi 4 de la present tesi, publicat en una revista internacional de l'àmbit en la medicina de l'esport: *International Journal of Sports Medicine* (Parrado, et al., 2010). Aquest estudi suposa un primer pas en la validació d'aquest sistema, ja que l'objectiu ha estat estudiar la seva utilitat en la captació del senyal RR. No obstant, és necessari continuar l'estudi del seu sistema de càlcul dels paràmetres de la VFC, així com de l'informe d'interpretació que reporta (veure Annex X), ja que a nivell aplicat aquesta interpretació s'ha mostrat útil però en canvi, no hi ha estudis que demostrin la seva validesa. Cal destacar que, en general, la majoria dels aparells de registre de la VFC presenten un software d'anàlisi propi que permet el càlcul dels diferents paràmetres (tant en el domini temporal com en el domini de la freqüència) així com la seva interpretació. Però el principal inconvenient és que es tracta de sistemes hermètics que no permeten conèixer els algorismes de càlcul, la qual cosa limita la seva utilització a nivell científic.

En relació als camps d'aplicació, l'estudi de la VFC s'ha associat amb el risc de patir malaltia cardiovascular i amb pronòstics de mortalitat (Task Force, 1996; Tsuji, Venditti, Manders, Evans, Larson, Feldman, et al., 1994). Així, dins de l'àmbit mèdic s'ha estudiat com a indicador o eina de valoració de diferents factors i trastorns (Iellamo, Pigozzi, Spataro, Lucini, i Pagani, 2004; Kleiger, Stein, i Bigger, 2005; Mueck-Weymann, Janshoff, i Mueck, 2004; Teerathongkum, i Pickler, 2004). Dins de l'àmbit de les ciències de l'esport, el seu estudi s'ha centrat sobretot en l'adaptació i el control de la càrrega de l'entrenament, per a prevenir i/o diagnosticar sobreentrenament

1. Introducció

i avaluar la condició física dels esportistes. En tots els casos, els estats de salut i de benestar, així com les situacions òptimes d'adaptació a l'entrenament esportiu i de condició física es relacionen amb la presència de variabilitat de l'interval RR i amb una major activitat vagal (Aubert, Seps, i Beckers, 2003; Tsuji, et al., 1994), mentre que la presència de trastorns, les males adaptacions a l'entrenament, les càrregues excessives o el sobreentrenament, i una condició física pobre es relacionen amb una reducció de la VFC (Acharya, Joseph, Kannathal, Lim, Suri, 2006; Pumplra, Howorka, Groves, Chester, i Nola, 2002; Task Force, 1996).

En aquesta tesi, es pretén destacar dues de les utilitats de l'anàlisi de la VFC: la VFC com a indicador de salut i benestar en la població general (Article 3), i la VFC com a indicador de salut en l'esportista, en relació a l'adaptació a les càrregues psicofísiques en un context competitiu (Article 5). A més a més, es pretén abordar aquest estudi des d'una vessant psicofisiològica, a partir de la valoració conjunta de la VFC amb indicadors psicològics. En aquest sentit, s'ha associat la VFC a diferents processos psicològics (Porges, Doussard-Roosevelt, i Maita, 1994; Ruiz-Padial, Sollers, Vila, i Thayer, 2003; Thayer, 2007), a canvis en els perfils emocionals (Berntson, Bigger, Eckberg, Grossman, Kautman, Malik, et al., 1994; McCraty, Atkinson, Tiller, Rein, i Watkins, 1995; Nuissier, Chapelot, Vallet, i Pichon, 2007), a la percepció d'estrès emocional (Dishman, Nakamura, García, Thomson, Dunn, i Blair, 2000) i a diferents manifestacions d'ansietat i estat a nivell clínic (Cohen i Benhamin, 2006; Friedman, 2007; Narita, Murata, Hamada, Takahashi, Omori, Suganuma, et al., 2007). També s'ha com provat la utilitat de la VFC com a predictor d'estats emocionals negatius davant la privació de la pràctica d'exercici físic (Weinstein, Deuster, i Kop, 2007), però en general són pocs els estudis que han relacionat la VFC amb variables

psicològiques en context esportiu (Cervantes, Rodas, i Capdevila, 2009a; 2009b; Murray i Raedke, 2008; Schwarz, Schächinger, Adler, i Goetz, 2003).

1.6. Objectius de la tesi

En relació a tot el que s'ha exposat els objectius d'aquesta tesi són els següents:

1.6.1. Objectiu general

Cercar i validar indicadors psicofisiològics i conductuals que ens permetin valorar la condició física en relació a la salut en dos vessants: en població general, per a establir les bases de programes de promoció de la salut a partir del seguiment d'un estil de vida actiu; i en esportistes de rendiment, per tal de valorar l'adaptació a situacions de càrregues esportives, i poder prevenir el sobreentrenament i els estats desadaptatius de fatiga.

1.6.2. Objectius específics

A nivell específic, en la línia d'avaluació en població general, es pretén:

1. Elaborar, implementar, avaluar i readaptar un protocol de laboratori (Capdevila, 2005; ACSM, 2003) basat en l'avaluació psicològica, conductual i fisiològica, i en la valoració de la condició física, en relació al nivell de pràctica d'activitats físiques-esportives. (Article 1)
2. Proposar un instrument d'avaluació conductual de les activitats físiques quotidianes, el Registre Setmanal d'Activitat Física (RSAF; Capdevila, 2005) i establir la seva utilitat com a predictor de la condició física saludable. (Article 2)
3. Determinar els indicadors més adequats per a valorar la condició física saludable per a poder establir les bases per a l'elaboració i implementació de programes d'activitat física saludable individualitzats. (Articles 1 i 2)

1. Introducció

En context d'esport de rendiment, es pretén:

1. Validar l'anàlisi de la VFC com a indicador de salut, establint la seva utilitat en població general i en esportistes. (Article 3)
2. Estudiar la validesa i utilitat de dos sistemes de registre de la VFC en situació de camp (pulsòmetre telemètric Polar S810-i i el Sistema Omega Wave Sport) per a la captació dels intervals RR. (Article 4)
3. Aplicar l'anàlisi de la VFC en situació de camp, valorat amb el Sistema Omega Wave Sport i estudiar la relació dels paràmetres més rellevants de l'anàlisi de la VFC amb la percepció de fatiga en un context competitiu. (Article 5)
4. Examinar la utilitat pràctica de la valoració de la percepció de fatiga (a partir del qüestionari SFMS) com a predictor de la resposta autonòmica (valorada a partir de la VFC) en una situació de sobrecàrrega de competició, durant un campionat del món d'hoquei herba. (Article 5)

2. MÈTODE

A continuació es presenten els principals aspectes metodològics que engloben els diferents estudis de la tesi. S'exposarà de manera resumida la metodologia seguida, delimitada en funció de les dues línies d'investigació que integren aquest treball: l'estudi d'indicadors en població general i l'estudi d'indicadors en context d'esport de rendiment. En la Figura 3 es presenta un esquema del disseny global de la tesi i dels diferents instruments i mètodes d'avaluació utilitzats en els diferents estudis.

2.1. Avaluació psicofisiològica i conductual de la condició física en població general

Dins d'aquesta primera línia d'investigació s'han dut a terme dos estudis on s'ha valorat la condició física saludable dels participants i la seva relació amb variables cognitives, conductuals i fisiològiques, en funció del nivell de pràctica d'activitat física, valorat amb el *Model dels Estats de Canvi* (Prochaska i DiClemente, 1992).

2.1.1. Participants

La mostra dels estudis corresponents a aquesta primera línia d'investigació ha estat formada per estudiants de psicologia i participants en cursos sobre estil de vida saludable de la Universitat Autònoma de Barcelona. En l'Estudi 1, van participar inicialment (Fase 1) un total de 58 dones (edat: 19.89 ± 1.107 anys), de les quals un 37.9% eren *actives* (pot consultar-se el criteri de classificació en l'Article 1). Un total de 45 dones de la mostra inicial van acudir a la Fase 2 de l'estudi, on la proporció d'*actives* va ser similar a la primera fase (37.8%). En l'Estudi 2 van participar un total de 132 persones (78% dones i 22% homes; edat: 28.53 ± 11.20 anys), de les quals un 23.5% eren estudiants de psicologia de la Universitat Autònoma de Barcelona, i el 76.5

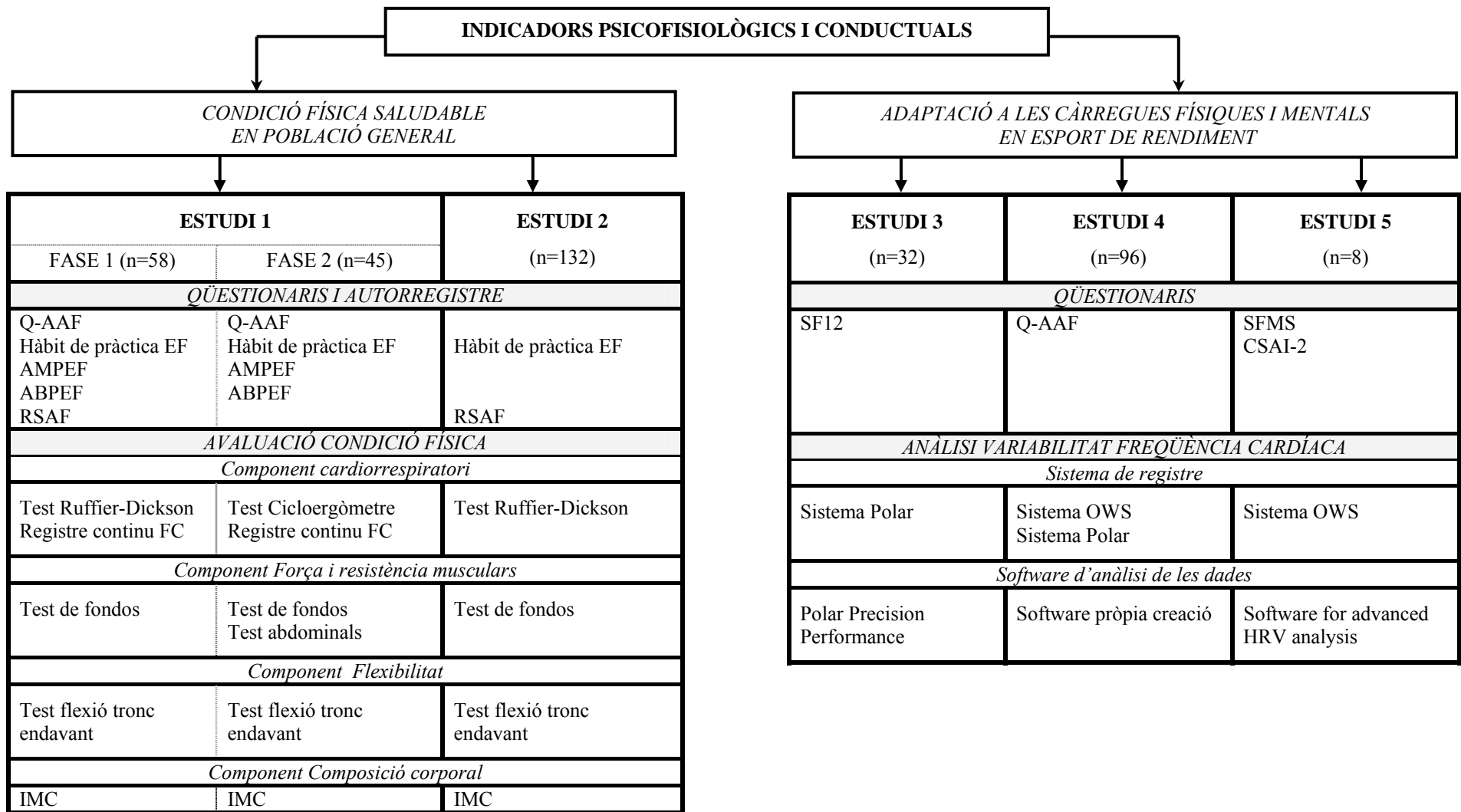


Figura 3. Disseny global de la tesi i dels diferents instruments i mètodes d'avaluació utilitzats en els diferents estudis.

restant eren participants de cursos universitaris a distància d'aquesta mateixa universitat. En total, en aquest segon estudi un 9.8% dels participants van classificar-se com *actius* (pot consultar-se el criteri de classificació en l'Article 2).

Per als dos estudis, tots els participants van participar de manera voluntària sota consentiment informat.

2.1.2. Mesures i instruments

Els instruments utilitzats en els estudis en població general han estat: i) el *Qüestionari d'Aptitud per a la Pràctica d'Activitat Física (Q-AAF)*; Capdevila, 2005, adaptat a l'espanyol del *Physical Activity Readiness Questionnaire; PA R-Q*; Thomas, Reading, i Shephard, 1992), utilitzat com a instrument d'*screening* per a identificar la possible presència d'algun risc o problema per a la pràctica d'exercici físic en els participants; ii) *Qüestionari de Dades personals i d'hàbit de pràctica d'exercici físic* (Capdevila, 2005), per a classificar als participants en funció del seu nivell de pràctica d'exercici físic, en *actius* o *no actius*; iii) *Autoinforme de Motius per a la Pràctica d'Exercici Físic (AMPEF)*; Capdevila, Niñerola i Pintanel, 2004, adaptació a l'Espanyol del *Exercise Motivation Inventory; EMI-2*; Markland i Ingledew, 1997), per a la valoració de l'estat motivacional dels individus; iv) *Autoinforme de Barreres per a la Pràctica d'Exercici Físic (ABPEF)*; Niñerola, Capdevila, i Pintanel, 2006), per a la valoració de la percepció de les barreres que els individus presenten a l'hora de practicar exercici; v) *Registre Setmanal d'Activitat Física (RSAF)*; Parrado, et al., 2009), que ens ha permès determinar i quantificar la conducta d'activitat física, en base a un compendi d'activitats físiques quotidianes i la seva correspondència energètica en METs.

Per a la valoració del nivell de Condició Física Saludable, es van valorar els quatre components que es relacionen amb la salut (ACSM, 2003; Capdevila, 2005):

- 1) Component de **Resistència Cardiorrespiratòria**, avaluat a partir de tres tests específics:
 - a) *Test de Ruffier- Dickson* (Barbany, 1990), per a la valoració de la recuperació a un esforç senzill a través del registre de la FC. (Estudis 1 i 2)
 - b) *Test en cicloergòmetre*, per a la valoració de la FC màxima durant un esforç controlat. La prova consistia en una primera fase d'escalfament de cinc minuts on les participants pedalaven amb el cicloergòmetre sense càrrega. A partir del minut cinc s'afegien càrregues de 75W cada tres minuts. Durant la prova es monitoritzava la FC a través d'un pulsòmetre (model Polar S610). La prova finalitzava quan les participants assolien el 90% de la seva FC màxima (calculada a partir de la fórmula $220 - \text{edat}$). (Estudi 1)
 - c) *Registre continu de la FC* : es va registrar durant tota la prova la FC de les participants, a partir del pulsòmetre Polar S610. (Estudi 1)
- 2) Component de **Força i Resistència musculars**, avaluat a partir de dos tests específics:
 - a) *Test de fondos* (o *Push-up*, en anglès), que consisteix en la comptabilització del número màxim de flexions de braços que és capaç de realitzar una persona fins a l'esgotament. (Estudis 1 i 2)
 - b) *Test d'abdominals*, igual que en el test de fondos s'estima el nivell de força i resistència musculars a partir del número màxim d'abdominals que és capaç de realitzar una persona fins a assolir l'esgotament. (Estudi 1)
- 3) Component de **Flexibilitat**, a partir del *Test de Flexió del tronc endavant* (*Sit-and-reach test*, en anglès), a partir del registre dels centímetres de flexió màxims que aconseguix una persona en tres intents (Estudis 1 i 2).

4) Component de **Composició Corporal**, a partir del càlcul de l'Índex de Massa Corporal (IMC), a partir de la fórmula: $IMC = Kg/m^2$

La descripció més extensa dels procediments d'avaluació dels diferents tests de valoració de cada component pot consultar-se en els Articles 1 i 2.

2.1.3. Procediment i protocol d'estudi:

En relació al protocol d'avaluació en població general, es va seguir les directrius marcades per Capdevila (2005) quant a la valoració psicològica i conductual, i per l'ACSM (2003) i Capdevila (2005) en relació a la valoració de la condició física saludable. El protocol específic seguit en cadascun dels dos estudis pot consultar-se de manera més detallada en els Articles 1 i 2.

2.1. Avaluació psicofisiològica en context d'esport de rendiment

Dins de la segona línia d'investigació plantejada en aquesta tesi, es van dur a terme tres estudis, dos d'ells de caire metodològic en població no esportista, però aplicats en aquest context (Articles 3 i 4). L'article 5 és l'aplicació en context de camp de la metodologia desenvolupada en els articles anteriors en jugadors d'hoquei herba, durant un campionat de copa del món.

2.2.1. Participants

Per als articles 3 i 4 la mostra de l'estudi va estar conformada per joves adults sans. Un total de 32 estudiants (18 homes i 14 dones) amb una mitjana d'edat de 26.19 anys (DT=2.77) van participar en l'Estudi 3 i un total de 96 estudiants (23 homes i 73 dones; edat: 22.97 ± 5.62 anys) van participar inicialment en l'Estudi 4. En l'Estudi 5 van participar 8 membres del total dels 18 jugadors integrants de la selecció espanyola d'hoquei herba que van disputar el Campionat del Món de 2006 (edat: 23.1 ± 1.4 anys).

Tots els participants van intervenir en els estudis de manera voluntària sota consentiment informat.

2.2.2. Mesures i instruments:

Els instruments que es van utilitzar van ser, i) el *Qüestionari de Salut SF-12*, que és l'adaptació realitzada per a Espanya per Alonso, Prieto, i Antó (1995) (Vilagut, Ferrer, Rajmil, Rebollo, Permanyer-Miralda, Quintana, et al., 2005) i es tracta de la versió reduïda del qüestionari SF-36 (Annex VI), administrat en l'Estudi 3 amb l'objectiu de valorar el estat de salut autopercebuda; ii) el *Qüestionari d'Aptitud per a la Pràctica d'Activitat Física (Q-AAF)*; Capdevila, 2005), administrat en l'Estudi 4 per a identificar la possible presència d'algun risc o problema de salut física; iii) *Qüestionari SFMS*, (Brun, 2003), administrat en l'Estudi 5, per a la valoració d'estats de sobrecàrrega i sobreentrenament (Annex VII); iv) *Competitive State Anxiety Inventory-2 (CSAI-2)*; Martens, Vealey, i Burton, 1992) per a la valoració de l'estat d'ansietat pre-competitiva en base a tres components (cognitiu, somàtic i autoconfiança), administrat en l'Estudi 5 per a controlar l'efecte de l'ansietat sobre la resposta simpato-vagal, avaluada a partir de l'anàlisi de la VFC. Ha estat especialment important la diferenciació entre els components cognitiu, més relacionat amb l'estat d'ansietat psicològica per la interpretació subjectiva de la situació de competició i el somàtic, més relacionat amb la percepció de la resposta i simptomatologia fisiològica.

Per a la valoració de la VFC es van utilitzar dos sistemes de registre de camp i diferents softwares d'anàlisi, els quals compleixen les recomanacions metodològiques de registre, de tècniques d'anàlisi i d'inclusió de marcadors de la VFC, proposats per la Task Force (1996).

Sistemes de registres. El registre dels intervals RR s'han realitzat a partir del pulsòmetre telèmetric model Polar S810i (Polar), i el sistema Omega Wave Sport

(OWS), els quals s'han demostrat vàlids per al registre de la VFC tant en la pràctica aplicada i en avaluacions de laboratori. En l'Article 4 pot trobar-se una descripció detallada dels dos sistemes de registre. En aquest estudi es va realitzar un registre simultani amb els dos sistemes, ja que precisament l'objectiu d'aquest estudi es va centrar en la comparació dels dos aparells; el sistema Polar es va utilitzar per al registre i anàlisi de la VFC en l'Estudi 3 ja que era l'únic sistema del que disposava el laboratori en el moment en que es va realitzar la investigació; el sistema OWS va utilitzar-se per al registre dels intervals RR en l'Estudi 5.

Anàlisi i càlcul dels paràmetres de la VFC. En els tres estudis van registrar-se els intervals RR amb els sistemes corresponents, i en el cas dels Estudis 4 i 5, van exportar-se les dades en format ASCII a softwares específics d'anàlisi de la VFC, per al càlcul dels paràmetres de l'anàlisi de la VFC en el domini temporal, en el domini de la freqüència i de l'anàlisi no lineal. En l'Estudi 3, es va realitzar la correcció dels artefactes i es van calcular els paràmetres d'anàlisi de la VFC, a partir del software del que disposa el propi sistema Polar, (Polar Precision Performance; Polar Electro Oy, Kempele, Finland, veure Annex IX). En l'Estudi 4, van calcular-se els paràmetres de l'anàlisi de la VFC i van corregir-se els artefactes del registre (obtinguts només a partir del sistema Polar) mitjançant un software propi dissenyat en MATLAB, a partir d'algoritmes de càlcul contrastats. En l'Estudi 5, el càlcul dels paràmetres es va realitzar a partir del *Software for advanced HRV analysis* de la Universitat de Kuopio (Niskanen, Tarvainen, Ranta-Aho, i Karjalainen, 2004, veure Annex XI).

2.2.3. Procediment i protocol d'estudi:

Els estudis 3 i 4 van realitzar-se en el Laboratori de Psicologia de l'Esport de la Universitat Autònoma de Barcelona, on els participants acudien a una única sessió on en primer lloc completaven els qüestionaris específics de cada estudi i seguidament es

realitzava el registre de la VFC (veure Articles 3 i 4 per consultar el protocol de recollida específic per a cada estudi). Les dades presentades en l'Article 5 van recollir-se en dos moments temporals: a l'inici del campionat del món, on es va determinar la percepció de fatiga prèvia al campionat (Qüestionari SFMS), i just abans de l'últim partit que va disputar l'equip en el torneig, el partit de semifinals contra la selecció amfitriona, on l'equip va perdre en els penals, i on es va valorar la VFC i l'ansietat precompetitiva (CSAI-2).

La valoració de la VFC en els tres estudis es va basar en registres de curta duració (2.5- 5 minuts). Amb l'objectiu d'estabilitzar la freqüència cardíaca i assegurar la estacionarietat de les dades, es van seguir les variables de control descrites en l'Annex VIII, que complien amb els estàndards estipulats per la Task Force (1996). Durant el registre es va aclimatar els espais on es van dur a terme la recollida de dades a una temperatura entre 19-25°C, i es va demanar als participants, que es mantinguessin en posició supina i quietes durant 5 minuts, passats els quals es va procedir a realitzar el registre de la VFC.

3. RESULTATS

En aquest apartat es presenta un resum dels resultats més rellevants que s'han obtingut en els diferents estudis, seguint la mateixa estructura plantejada en l'apartat anterior, en base a les dues línies d'investigació que s'han investigat. Per a una anàlisi més detallada d'aquests resultats es poden consultar els annexos corresponents als articles publicats.

3.1. Avaluació psicofisiològica i conductual de la condició física en població general

3.1.1. Avaluació dels Motius i Barreres per a la Pràctica d'Exercici Físic i nivell d'Activitat Física (Article 1)

En relació a l'avaluació dels motius a partir del qüestionari AMPEF, s'observen diferències significatives entre les participants *actives* i les *no actives* en la primera fase de l'estudi, on les participants *actives* presenten una *Puntuació Total* superior a les *no actives* ($p=.05$), i en els factors *Diversió i benestar* ($p=.033$), *Competició* ($p=.027$), *Agilitat i flexibilitat* ($p=.006$) i *Desafiament* ($p=.009$). En la segona fase de l'estudi, malgrat que els valors en mitjana per a la *Puntuació Total* i la majoria dels factors de l'AMPEF són superiors en el grup de les *actives*, no s'han trobat diferències significatives entre els dos grups.

En relació a l'avaluació de les barreres a partir del qüestionari ABPEF, en la primera fase de l'estudi, les participants *actives* presenten puntuacions significativament inferiors per a la *Puntuació Total* de barreres percebudes ($p=.004$) i en el factor de *Falta de motivació* ($p<.001$). En la segona fase de l'estudi, aquestes diferències només es mantenen per al factor de *Falta de motivació* ($p=.01$).

3. Resultats

3.1.2. RSAF i nivell d'Activitat Física (Fase 1, Article 1 i Article 2)

En general, no s'observen diferències significatives entre les participants *actives* i les *no actives* ni en relació al promig diari de despesa energètica en METs, ni en relació a cada categoria d'activitats del RSAF, en la primera fase de l'Estudi 1. Únicament s'observen diferències per a les *Activitats de desplaçament* ($p=.029$), on el grup de les *actives* presenten un valor mitjà en METs superior i s'observen diferències significatives en el sentit invers per a les *Activitats laborals* on les *no actives* presenten una despesa energètica superior ($p=.013$).

En l'estudi 2 s'observa una tendència a la significació ($p=.067$) en la despesa energètica promig diària, en el sentit que el grup dels *actius* presenten puntuacions superiors respecte al grup dels *no actius*. En relació a l'anàlisi dels vuit grups d'activitats, s'observen puntuacions de despesa energètica en METs significativament superiors en el grup dels *actius* en les activitats referides a l'*Estudi* ($p=.026$) i a les *Activitats esportives* ($p<.001$).

3.1.3. RSAF i Condició Física Saludable (Article 2)

Els resultats més destacats de la correlació entre valors de despesa energètica en METs i les puntuacions obtingudes en els tests conductuals de valoració de la condició física ens indiquen que existeix una correlació negativa significativa del consum promig de METs amb l'Índex de Ruffier- Dickson ($p=.022$).

3.1.4. Condició Física Saludable i nivell d'Activitat Física (Articles 1 i 2)

En relació a la condició física saludable, no s'observen diferències significatives entre *actius* i *no actius* en cap de les puntuacions obtingudes per a cadascun dels tests administrats, en cap dels dos estudis realitzats en població general. En la Taula 4 es presenten les puntuacions obtingudes en els tests de condició física en l'Estudi 2, en

funció del nivell d'activitat (resultats no inclosos en l'Article 2). Únicament s'ha observat diferències significatives en el registre de la FC durant les dues sessions d'avaluació l'Estudi 1, en el sentit que el grup de les participants *actives* presenten una mitjana de pulsacions per minut inferior al grup de les *no actives*.

Taula 4. Comparació de la condició física en funció del nivell d'activitat de l'Estudi 2 (actius: n= 13; no actius: n=119).

Test		Mitjana	Desv. típ.	F	P
Índex de Ruffier-Dickson (valor)	Actiu	4.57	2.38	0.026	0.872
	No actiu	4.68	2.44		
	Total	4.67	2.42		
Força i resistència (núm.flexions)	Actiu	25.11	12.34	3.148	0.078
	No actiu	19.39	10.91		
	Total	19.95	11.14		
Composició corporal (IMC: Kg/m ²)	Actiu	22.05	2.11	1.444	0.232
	No actiu	23.44	4.08		
	Total	23.30	3.94		
Flexibilitat (cm)	Actiu	41.53	10.88	0.417	0.519
	No actiu	39.46	10.98		
	Total	39.66	10.95		

3.2. Avaluació psicofisiològica en context d'esport de rendiment.

3.2.1. Nivell de salut, benestar i qualitat de vida i anàlisi de la VFC (Article 3)

S'observa una relació positiva i significativa dels valors de percepció de salut física (analitzada a través de la subescala de *Rol Físic*, la puntuació sumària del *Component Físic*, i la *Puntuació Total* del SF-12) amb els paràmetres de l'anàlisi de la VFC en el domini temporal, i amb el paràmetre HF del domini espectral. No s'ha observat cap relació significativa entre la percepció de salut mental i la VFC. (Poden consultar-se els valors a la Taula I de l'Article 3).

3. Resultats

3.2.2. Comparació del Polar S810i amb el sistema Omega Wave Sport (Article 4)

El Polar S810i presenta en total un percentatge d'error en la detecció del senyal RR d'un 1.5%, mentre que no s'han observat errors de detecció a partir del registre amb el OWS.

En referència a l'anàlisi dels paràmetres de l'anàlisi de la VFC obtinguts a partir dels dos sistemes, no s'han observat diferències significatives entre els paràmetres obtinguts a partir de l'anàlisi en el domini temporal, en el domini de freqüència i en l'anàlisi no lineal, en cap de les dues condicions experimentals (respiració pautada i respiració lliure), excepte per a la potència de HF ($p < .05$) i el ACI ($p < .05$).

S'observa uns índexs de correlació alts entre els dos sistemes de registre, en referència als paràmetres calculats en el domini temporal ($r > .96$; $p < .001$), en el domini de la freqüència ($r = .99$; $p < .001$), i per als paràmetres obtinguts a partir de l'anàlisi no lineal ($r > .92$; $p < .001$) durant el registre en ambdues condicions experimentals, respiració lliure i respiració pautada.

3.2.3. Avaluació psicofisiològica de l'adaptació a la competició (Article 5)

Cap dels jugadors que van participar en l'estudi van presentar puntuacions per sobre del llindar de sobreentrenament (puntuacions superiors a 20 punts) a l'inici del campionat.

Les puntuacions del qüestionari SFMS presenten una correlació significativa negativa amb els paràmetres RMSSD ($r = -.73$; $p < .05$) i pNN50 ($r = -.81$; $p < .05$) i positiva amb la ratio LF/HF ($r = .76$; $p < .05$) i amb la subescala somàtica del CSAI-2 ($r = .74$; $p < .05$). Quant a la relació entre l'ansietat i l'anàlisi de la VFC, cap de les subescales del CSAI-2 s'ha relacionat amb els paràmetres de la VFC, excepte la subescala somàtica que presenta una correlació positiva i significativa amb la ratio LF/HF ($r = .74$; $p = .010$).

4. DISCUSSIÓ

En aquest apartat es discutiran els resultats més rellevants presentats en l'apartat anterior seguint la mateixa estructura temàtica seguida al llarg del tesi. Es destacaran les principals aportacions de cada estudi i a la vegada es descriuran les limitacions que han presentat els mateixos. Finalment, es proposaran les línies d'investigació actuals que s'han derivat dels estudis que comprenen la tesi així com les futures línies d'investigació tant en l'àmbit de l'estudi en població general i com en l'esport de rendiment.

4.1. Indicadors de condició física saludable en població general.

A partir dels Estudis 1 i 2 corresponents a aquesta primera línia d'investigació hem determinat indicadors cognitius, conductuals i fisiològics que es relacionen amb la conducta activa i hem establert una metodologia d'avaluació vàlida i fiable a partir de la selecció dels instruments d'avaluació més adequats. A partir d'aquests estudis hem pogut definir les bases per a l'elaboració i implementació de programes de promoció de la conducta activa saludable tant a nivell individual com comunitari.

En el primer estudi, s'ha implementat, reajustat i avaluat el protocol de laboratori basat en les prescripcions a nivell cognitiu i conductual proposades per Capdevila (2005) i l'ACSM (2003) referents a la promoció de l'activitat física saludable. S'han analitzat els resultats obtinguts en cada una de les dues fases d'avaluació dutes a terme en l'estudi, amb l'objectiu de determinar els indicadors de més fàcil aplicació i que a la vegada es relacionessin amb una millor condició física saludable, en funció del nivell de pràctica d'exercici. En aquest sentit, la valoració cognitiva a partir de l'anàlisi dels motius i les barreres per a la pràctica d'exercici físic, amb els qüestionaris AMPEF i ABPEF, respectivament, ha permès observar que les

4. Discussió

participants actives mostren valors més elevats de motivacions per a la majoria de factors en les dues fases, i tanmateix, una menor percepció de barreres. Concretament, aquestes diferències han estat significatives en la primera fase de l'estudi per als factors del qüestionari AMPEF de *Diversió i benestar*, *Competició*, millora de la *Agilitat i Flexibilitat*, i *Desafiament*, malgrat que en la segona fase, les diferències no han estat significatives. En canvi, en relació a les barreres, s'observa més consistència en les dues avaluacions, on el factor de *Falta de Motivació* presenta puntuacions significativament inferiors per a les actives en les dues fases de l'estudi (veure Figures 3-6, Article 1). Aquests resultats ens indiquen que, en general, la decisió de no practicar exercici físic pot veure's més condicionada per la percepció de barreres, que sembla tenir un pes més important en el balanç decisional de realitzar una conducta, que la presència de motivacions. En aquest sentit, és destacable el fet que precisament la barrera que es manté significativament diferent entre els dos grups, en les dues fases, és la que es relaciona amb la falta de motivació. En general, i d'acord amb estudis anteriors (Niñerola, et al., 2006) probablement entre els motius i les barreres cap a la pràctica d'exercici físic no són dos pols oposats d'un mateix continu, especialment quan estem avaluant dues formes diferents de determinar el perfil motivacional d'un individu cap a la pràctica d'exercici físic.

En relació a la condició física, no s'han observat diferències significatives entre els dos grups en cap de les dues fases, en relació a les puntuacions obtingudes en els tests conductuals valorats. Únicament el registre de la freqüència cardíaca durant la prova ha presentat valors significativament inferiors en les participants actives, la qual cosa seria indicativa d'una condició física cardiovascular millor. En aquest sentit, en la segona fase va optar-se per valorar el component cardiorrespiratori a partir del rendiment durant un test en cicloergòmetre, tot i que la valoració es va fer en funció de

l'execució en minuts, on el rendiment, en aquest cas tampoc va ser superior en les participants actives. Una possible explicació és que malgrat la estandarització que proposa l'ACSM (2003), l'execució no resulta sempre senzilla. Tal i com s'explica en l'Article 1, en la segona fase es va decidir realitzar una filmació de les proves, per poder aportar una major facilitat a l'hora d'explicar l'execució motora de les proves, i on es va observar una millora en aquesta per part de les participants durant la segona fase. Un altre aspecte a tenir en compte, és el criteri seguit per a classificar a les participants en funció de la pràctica d'exercici físic (en actives i no actives), atenent únicament a un criteri quantitatiu (pràctica d'un mínim de 20 minuts setmanals). Aquest factor pot explicar la falta de diferències significatives, no únicament en relació al rendiment dels tests de condició física, sinó també en els resultats de l'anàlisi dels motius i les barreres. La classificació de la mostra d'una manera més específica en funció de l'*Estat de Canvi* ens aportaria informació més detallada de variables implicades en el model teòric com el balanç decisonal, la intenció de canvi o la autoeficàcia (Prochaska, Velicer, Rossi, Goldstein, Marcus, Rakowski, et al., 1994), que facilitarien entendre els processos cognitius relacionats amb la pràctica d'exercici i/o d'activitat física. En aquest sentit, en estudis posteriors realitzats pel nostre grup, hem constatat la efectivitat d'intervencions basades en l'anàlisi de les motivacions i barreres cap a la pràctica d'exercici físic, en relació a l'estad i de canvi en el col·lectiu universitari (Capdevila, Niñerola, Cruz, Losilla, Parrado, Pintanel, et al., 2007). En tot cas, no cal oblidar però, que l'objectiu d'aquest estudi no ha estat tant en trobar diferències significatives en funció de la pràctica física com l'establiment de la utilitat d'una metodologia d'avaluació en situació de laboratori. En aquest sentit, es va escollir el protocol d'avaluació proposat per Capdevila (2005) i per l'ACSM (2003) en el cas de la valoració de la condició física i es va valorar, a nivell qualitatiu per part dels investigadors del nostre grup, la idoneïtat dels

4. Discussió

instruments i proves per a la valoració de laboratori. Els instruments cognitius utilitzats van mostrar-se com a eines adequades i de fàcil valoració, on en general les participants contestaven amb facilitat. Respecte a la valoració conductual a partir del RSAF, es va observar que el fet que es tractés d'un instrument d'autovaloració, fora del laboratori durant una setmana, donava lloc a una gran pèrdua de les dades (només van completar el RSAF 31 de les 58 participants), amb lo qual es va descartar l'aplicació en la segona fase.

En relació al segon estudi, es va dur a terme una valoració de la conducta activa a partir de la quantificació de l'activitat física en termes de despesa energètica (en METs) i una valoració qualitativa de les conductes físiques quotidianes. L'objectiu d'aquest estudi es va centrar en valorar la utilitat del RSAF per determinar la quantitat necessària d'activitat física per a obtenir beneficis a nivell de salut. En general, la mostra avaluada va ser essencialment sedentària (un 90.2% del total dels participants no eren actius).

Els resultats mostren que el grup d'actius tendeix a tenir una major despesa energètica en activitats d'estudi i activitats esportives, la qual cosa es relaciona amb el perfil de les persones avaluades en l'estudi: la mostra va estar conformada majoritàriament per estudiants, fet que respon a un perfil de persones en les que probablement el pes d'obligacions laborals i familiars no és un aspecte rellevant. La inclusió d'una valoració cognitiva a partir dels instruments AMPEF i ABPEF, en aquest cas, resultaria complementària. D'aquesta manera, la valoració a partir del RSAF ens mostra que pot ésser un instrument vàlid a l'hora de determinar els perfils d'activitats en les persones, facilitant el disseny de programes d'intervenció ajustats a perfils individualitzats, aspecte que facilitarà l'adherència a la pràctica física-esportiva prescrita ja que estarà adaptada a les característiques i necessitats de cada individu.

La principal aportació dins d'aquesta primera línia d'avaluació d'indicadors en població general, a partir dels resultats obtinguts en els dos estudis, és la proposta d'una metodologia d'avaluació de laboratori, basada en protocols específics (Capdevila, 2005; ACSM, 2003), que integren una valoració psicofisiològica i conductual de l'activitat física, a partir d'instruments vàlids, fiables i de fàcil administració, enfocada a establir les bases per al disseny i implementació de programes de promoció i intervenció d'activitat física saludable. D'aquesta manera, es proposa una valoració de la pràctica d'activitat física, basada no únicament en criteris quantitius, sinó tenint en compte altres variables motivacionals, d'intenció i d'autoeficàcia, basades en qüestionaris com els proposats en l'Estudi 1, el AMPEF i el ABPEF, i introduint una segmentació més específica dels individus en funció de l'estadi de canvi conductual (Prochaska, et al., 1992), a partir d'instruments dissenyats específicament al respecte (com per exemple, l'*Autoinforme de l'Estadi de Canvi per a l'Activitat Física* i/o l'*Autoinforme de l'Estadi de Canvi per a l'Exercici Físic*; Capdevila, 2005). D'aquesta manera, podrem disposar de perfils poblacionals en relació a les diferències que existeixen envers les variables cognitives i podrem ajustar millor les estratègies de promoció. De cara a la intervenció s'ha vist que el RSAF és un bon predictor de la condició física cardiorrespiratòria ja que la valoració d'aquest component s'ha correlacionat significativament amb una despesa energètica superior. Malgrat les dificultats comentades en relació a la problemàtica en l'administració del RSAF en context d'avaluació comunitària, cal destacar que pot resultar un instrument útil a nivell d'intervenció, ja que permet obtenir informació detallada del perfil individual de la persona i ajustar de manera individualitzada les prescripcions d'exercici, facilitant l'adherència i incrementant la possibilitat d'èxit en les intervencions. De cara a solucionar el problema de la càrrega que suposa la complimentació del RSAF, es proposa una alternativa al registre setmanal, que

4. Discussió

contempli la valoració de dos dies habituals i un dia festiu (de cap de setmana), basat en models existents (Aadahl i Jorgensen, 2003; Baercke, et al., 1982; Corsetti, Assanelli, Salvadori, Maccalli, i Bianchi, 2005; López-Alvarenga, Reyes-Díaz, Castillo-Martínez, Dávalos-Ibáñez, i González-Barranco, 2001;), reduint així el cost per a la persona i aportant igualment informació vàlida. Finalment, els resultats dels estudis ens indiquen que la valoració de la condició física cardiorrespiratòria és la que més es relaciona amb la salut, la qual cosa ens indica que cal desenvolupar més les estratègies d'avaluació d'aquest component de la condició física en relació a la salut. S'ha observat que els tests que es proposen són de difícil estandardització quant a la seva execució, i que els resultats obtinguts són inconsistents. En canvi, el registre de la freqüència cardíaca ha resultat vàlid per a discriminar entre persones actives i no actives, inclús en una mostra on les diferències conductuals de pràctica eren mínimes. Nous mètodes d'avaluació fisiològica, com el registre de la VFC s'han mostrat adequats per a la valoració de la condició física cardiorrespiratòria (Buchheit, Simon, Viola, Dotreleau, Piquard, i Branderberger, 2004), tal i com s'ha posat de manifest a partir dels resultats obtinguts en l'Estudi 3, els quals es discutiran a continuació.

4.2. Indicadors de l'adaptació a la competició en esport de rendiment.

4.2.1. Nivell de salut, benestar i qualitat de vida i anàlisi de la VFC

L'Estudi 3 ha estat un estudi pont entre les dues temàtiques que es presenten en aquesta tesi, l'estudi en població general i l'estudi en context d'esport de rendiment, ja que es va dur a terme amb una mostra de no esportistes, però publicat en una revista de medicina de l'esport per les implicacions pràctiques dels resultats obtinguts en els dos àmbits. En aquest estudi, hem relacionat l'anàlisi de la VFC amb variables

psicològiques de benestar i qualitat de vida, aspecte que ens ha servit per tal de determinar la valoració de la VFC com a indicador útil per a valorar la salut de la població i dels esportistes. D'aquesta manera, en base als resultats obtinguts, observem que una major VFC es relaciona amb una percepció d'un millor estat de salut, valorat per l'escala total del qüestionari SF-12, i amb una millor percepció de salut física, com es pot observar a partir de les correlacions significatives dels valors dels paràmetres obtinguts a partir de l'anàlisi de la VFC amb la puntuació *Sumària Física* i la subescala de *Rol Físic* (veure Taula I, Article 3). Més concretament, s'ha observat una correspondència entre una millor percepció de salut física i una major activitat vagal, que ve indicada per les correlacions significatives d'aquest component del SF-12 amb els paràmetres RMSSD, pNN50 de l'anàlisi de la VFC en el domini temporal, i HF de l'anàlisi en el domini de la freqüència. S'han observat resultats similars en estudis on també s'ha analitzat l'activitat vagal a partir de l'estudi de la VFC i l'estat de salut. D'aquesta manera, aquests resultats aporten més evidències a les ja trobades en anteriors estudis, en la mateixa línia, que conclouen que l'anàlisi de la VFC, a partir dels paràmetres relacionats amb l'activitat vagal, pot resultar un bon indicador de l'estat de salut física (Buchheit, et al., 2005, 2006). Aquests resultats són especialment rellevants en estudis en població general i també en esportistes de rendiment, on la monitorització de l'estat de salut física pot ser un aspecte a tenir en compte a l'hora de prevenir estats desadaptatius relacionats amb estrès i/o ansietat, fatiga o sobreentrenament i on, en entorns esportius, la literatura científica ha establert una relació directa amb l'anàlisi de la VFC (Iellamo, Legramante, Pigozzi, Spataro, Norbiato, Lucini, et al., 2002). En canvi, dins d'aquesta línia, són escassos els estudis que relacionen la VFC amb variables psicològiques (Murray i Raedke, 2008; Cervantes et al, 2009a, 2009b). En el nostre cas concret, aquests resultats han estat importants, ja

4. Discussió

que han permès establir el punt de partida en la valoració psicofisiològica de la salut, el benestar i la condició física, tant en població general com en esportistes.

4.2.2. Comparació del Polar S810i amb el sistema Omega Wave Sport

Com a resultats principals de l'Estudi 4, s'ha constatat que ambdós equips són vàlids en la detecció de la senyal RR, malgrat que el Polar va presentar errors en la detecció dels intervals RR (Taula 1; Article 4). En aquest sentit, estudis previs ja constataren errors de registre en el Polar (Gamelin, et al., 2006; Kingsley, et al., 2005), tot i que en el nostre estudi el percentatge d'errors obtinguts ha estat superior. En la línia del que conclouen Gamelin, et al. (2006), una de les possibles causes dels errors de detecció en els registres realitzats amb el Polar és la pèrdua de contacte de la banda transmissora amb el cos de la persona. En general, l'aplicació de gels conductors en les bandes toràciques, facilita la transmissió de la senyal del batec cardíac al receptor, però el model de banda utilitzat en aquest estudi (T61 Polar Electro Oy), té certa rigidesa i en ocasions, presenta dificultats en l'adaptació al tòrax de la persona, especialment quan el registre es fa en dones. En aquest sentit, la proporció de dones del nostre estudi és molt superior a la proporció dels estudis anteriors, fet que pot explicar un percentatge d'errors més gran que en estudis anteriors. En canvi, el registre a partir de l'OWS ens ha permès obtenir un registre sense cap error ja que el sistema de captació de la senyal del batec cardíac es realitza a partir de la col·locació de quatre elèctrodes de pinça (electrocardiograma de 3 derivacions; veure Article 4) i a un sistema controlat per software que atura el registre quan detecta alguna pèrdua de senyal en els batecs. D'aquesta manera, al realitzar el registre de la VFC amb el OWS obtenim sempre dades vàlides de tots els batecs en el període de registre realitzat. Per altra banda, un altre avantatge important de l'OWS respecte a altres sistemes de registre com el Polar és que permet obtenir un feedback immediat dels resultats, just a la finalització del registre. En

canvi, analitzar les dades obtingudes a partir del Polar implica un procés laboriós en el que s'ha de fer el buidatge a l'ordinador de les dades obtingudes, per a una posterior depuració dels registres obtinguts, la qual cosa implica un procés complex que ha de ser realitzat per experts i que comporta l'aplicació de mètodes de correcció, que es mostren inconsistents al comparar els resultats de diferents estudis (Kingsley, et al., 2005; Gamelin, et al., 2006, Nunan, et al., 2009). Per altra banda, és important destacar que en aquest estudi, s'han comparat també els paràmetres de VFC derivats dels registres obtinguts a partir de la senyal de l'interval RR obtingut per cada aparell. Els resultats mostren que en general, no existeixen diferències significatives entre els paràmetres obtinguts amb cada sistema excepte pels paràmetres PHF i ACI, degudes probablement a la correcció dels errors que modifica les altes freqüències. En tot cas, al comparar cada paràmetre entre els dos sistemes, els valors de les correlacions han estat elevats, la magnitud de la diferència ha estat petita i els límits d'acord estrets (veure Taules 2-3 article 4). Aquests resultats ens donen més arguments a favor de la utilització del OWS. Cal destacar, però, que en aquest estudi s'han calculat els paràmetres en base a un software de càlcul propi, partint dels intervals RR obtinguts amb els dos sistemes. Ambdós sistemes aporten softwares propis per al càlcul dels paràmetres, però en el cas del software de l'OWS, el fabricant no aporta la informació en relació als algorismes de càlcul, aspecte especialment important que pot influir en l'anàlisi dels paràmetres en el domini de la freqüència. En aquest sentit, Nunan, et al. (2009) presenten evidències de que durant el registre simultani, els paràmetres calculats a partir del software de Polar (Polar Precision 4.03, Polar OY, Finland) es mostren vàlids en comparació als paràmetres obtinguts per un mòdul d'ECG i el seu software (CarioPerfect (CP) module of the Medical Graphics Cardio₂ stress system; Medical Graphics Corporation, St Paul, Minnesota, USA). D'aquesta manera, malgrat que el OWS permet l'obtenció immediata

4. Discussió

dels paràmetres, cal estudiar la seva validesa. En aquesta mateixa línia, altres limitacions de l'OWS són, per una banda, que la valoració de la VFC es basa en un registre a partir d'un ECG de repòs, la qual cosa no permet la realització de registres dinàmics durant la pràctica esportiva. Per una altra banda, es tracta d'un equip amb un alt cost econòmic, aspecte que limita el seu ús a federacions o a equips professionals que puguin afrontar l'alt cost de l'aparell. En aquest sentit, el Polar pot resultar una bona alternativa, tal i com senyalen Radespiel-Tröger, et al. (2003), no únicament per a una autovaloració en esportistes, sinó també per als metges de capçalera com a eina d'*screening*.

En tot cas, aquest estudi de validació del OWS ha permès que a partir dels suggeriments i demandes específiques que el nostre grup ha realitzat als fabricants del sistema, s'hagin incorporat algunes millores en el software d'anàlisi. En aquest sentit, l'OWS ha incorporat al seu software la visualització dels principals paràmetres d'anàlisi de la VFC (en el domini temporal i de la freqüència), així com la exportació dels intervals RR per tal de poder obtenir els paràmetres resultants de l'anàlisi de la VFC a partir de fórmules de càlcul conegudes, i a partir d'un programari d'elaboració pròpia per part dels enginyers electrònics que col·laboren amb el nostre grup de recerca, integrants del projecte d'investigació (DEP2006-56125). Al marge de la millora del software, aquest estudi és especialment important perquè a partir de la seva publicació en una revista d'impacte, possibilita la publicació dels nostres estudis de laboratori i de camp on el registre de la VFC s'ha realitzat a partir d'aquest sistema. A més a més, obre una línia interessant d'estudi en caminada a aportar més evidències científiques de la utilitat de l'anàlisi de la VFC en diferents àmbits com l'esport, l'organitzacional, o el de promoció de salut, en població general o en col·lectius específics com la gent gran, en relació a variables psicològiques.

4.2.3. *Adaptació a les càrregues de competició*

La necessitat de l'estudi d'indicadors psicofisiològics, així com del desenvolupament d'una metodologia objectiva d'anàlisi que ens permeti monitoritzar l'estat d'estrès-recuperació i l'adaptació a la competició dels esportistes s'ha posat de manifest (Filaire, et al., 2001; Lehmann, et al., 1992; Naessens, et al., 2000; Purge, et al., 2005). A la vegada, s'ha constatat com els estats de fatiga crònica, sobrecàrrega i/o sobreentrenament en esportistes es manifesta tant a nivell psicològic, com fisiològic. Malgrat això, pocs estudis han relacionat l'anàlisi de la VFC amb variables cognitives, sent aquesta limitació més accentuada en la valoració de situacions de competició esportiva. En un estudi recent el nostre grup de recerca ha pogut constatar la utilitat de combinar la valoració cognitiua i la valoració fisiològica, a través de l'avaluació conjunta de qüestionaris com el SFMS, el POMSA, i de l'anàlisi de la VFC. Així, en aquest estudi hem pogut determinar els canvis que provoca l'entrenament intens en l'estat d'estrès-recuperació en jugadors d'hoquei herba durant la preparació preolímpica (Cervantes, Florit, Parrado, Rodas i Capdevila, 2009). En aquest sentit, l'Estudi 5 ens ha permès valorar la utilitat d'aquesta metodologia d'avaluació en context de competició. Els resultats ens indiquen que la valoració de la percepció de fatiga a través del qüestionari SFMS pot resultar un indicador vàlid per a detectar aquells esportistes que presenten en competició una menor VFC (paràmetres RMSSD i pNN50) i una major activació simpàtica (LF/HF i la subescala somàtica del CSAI-2), com a possible conseqüència d'una sobrecàrrega deguda a l'acumulació de molts partits en un període curt de temps, amb un mínim temps de recuperació entre partits. Cal tenir en compte que aquest estudi s'ha dut a terme durant el campionat de la copa del món, i aquest tipus d'esdeveniments es realitzen al final de la temporada, de manera que els jugadors afronten la competició després d'haver realitzat tota la temporada amb els seus

4. Discussió

equips. Tot i així, en l'estudi no s'ha detectat cap jugador que presentés valors de sobreentrenament segons el llindar establert per Maso, et al. (2003).

Per altra banda, la competició pot tenir un impacte directe en els nivells d'ansietat, especialment en els moments previs. A la vegada, l'ansietat precompetitiva s'ha relacionat amb la VFC, de manera que és important controlar aquesta variable a l'hora d'estudiar els possibles efectes de la fatiga en l'anàlisi de la VFC en situacions competitives. Així, es va valorar l'ansietat de manera conjunta al registre de la VFC, per a poder controlar el seu efecte. Els resultats ens indiquen que l'anàlisi de la VFC no s'ha vist afectat per l'estrès cognitiu. Únicament s'ha observat una correlació entre el paràmetre LF/HF, indicatiu d'un predomini simpàtic, amb la subescala somàtica, la qual cosa ens indica la presència d'activació a nivell fisiològic acompanyat d'una manifestació de simptomatologia física. En tot cas, els valors obtinguts en la subescala somàtica del CSAI-2 no són elevats, amb lo que podem concloure, que no s'ha donat un efecte de l'estrès en els resultats obtinguts.

Un aspecte rellevant d'aquest estudi és l'aportació que es fa en referència a la validesa ecològica de les dades. Malgrat que la mostra de l'estudi és petita, és important tenir en compte que els resultats que es presenten s'han obtingut en esportistes d'alt rendiment en un context competitiu de màxim nivell. Són pocs els estudis que es duen a terme en aquest tipus de context, especialment per la dificultat de realitzar una avaluació sense interferir en la dinàmica de l'equip. En aquest sentit, la metodologia d'avaluació que es proposa cobra importància, ja que permet realitzar una valoració senzilla i poc invasiva, que permetrà l'estudi de les respostes psicofisiològiques en entorns reals.

4.3. Limitacions dels estudis, línies actuals derivades de la tesi i línies futures d'investigació.

A grans trets, podem dir que en aquesta tesi s'ha abordat l'estudi d'indicadors de l'estat de salut en relació a la pràctica física esportiva, en dos àmbits diferenciats, en població general i en esportistes. Així, s'han establert les bases d'una metodologia d'avaluació i de monitorització de la salut a nivell psicofisiològic i conductual, en relació a les pràctiques d'activitat física quotidiana, d'exercici i/o d'esport a nivell competitiu. No obstant, cal tenir en compte que es tracta d'una primera aproximació i que són necessaris més estudis centrats en l'aplicació de la metodologia desenvolupada, per a un aprofundiment més específic en cada àrea, i facilitar el disseny de protocols d'avaluació centrats en l'objectiu d'avaluació concret.

En població general, la valoració cognitiva a partir de l'estudi dels perfils motivacionals dels individus (Estudi 1) ens ha permès determinar diferències entre les persones actives i les no actives. Cal tenir en compte, però, que el nivell de pràctica d'activitat física observat, en general no ha diferit entre actius i sedentaris pel que respecta a la condició física. En canvi, s'ha constatat en altres estudis que el nivell de condició física pot influir en les motivacions (Cecchini, Méndez, i Muñiz, 2002), la qual cosa pot haver estat una variable que hagi influït en els resultats obtinguts i que per tant, caldria controlar en futures investigacions. Una altra consideració és que, tal i com s'ha comentat abans, és necessària una segmentació prèvia de les persones en relació al seu *Estat de canvi*, per així poder establir perfils motivacionals específics relacionats amb altres variables psicològiques implicades com són la autoeficàcia, el balanç decisional o la intenció de canvi i dissenyar estratègies de promoció més efectives ajustades a les característiques de cada persona.

4. Discussió

Per altra banda, en relació a la valoració conductual a partir del RSAF, si bé és cert que els resultats obtinguts en l'Estudi 2 mostren que pot resultar vàlid per a establir relacions entre quantitat de pràctica d'activitat física (en termes de despesa energètica) i condició física cardiorrespiratòria, també és cert que la valoració d'aquest component ha reportat resultats inconsistents en els nostres estudis. Una de les principals aportacions d'aquesta tesi ha estat l'establiment de l'anàlisi de la VFC com a indicador potencial de la condició física saludable, la qual cosa ens obre una línia d'estudi centrada en l'establiment de la relació entre les puntuacions del RSAF i la VFC. Estudis previs com els de Buchheit i col·laboradors (Buchheit, et al., 2004, 2005, 2006) han valorat sistemàticament la relació de la intensitat de l'activitat física també en termes de despesa energètica, amb la VFC i la percepció de salut i de qualitat de vida (a través del SF-36). Però aquests estudis a borden l'anàlisi de l'activitat física i les implicacions que pot tenir en la salut des d'una vessant quantitativa, i des d'un punt de vista fisiològic. En canvi, el RSAF es tracta d'un instrument que ens permet quantificar la conducta activa, però a la vegada ens permet realitzar una valoració qualitativa de les activitats físiques, quant a la ubicació temporal en les que es duen a terme i el tipus d'activitat. D'aquesta manera, la utilització d'aquest instrument en combinació d'indicadors fisiològics com la VFC, afegeix una valoració psicològica que permet un millor diagnòstic i el control i la monitorització de la pràctica activa.

Una limitació que hem observat del RSAF, comú a tots els instruments que estimen l'activitat física a partir de compendis d'activitats físiques i de despesa energètica associada (Ainsworth, et al., 1993, 2000), és que els valors de consum energètic que s'obtenen són aproximats. La seva estimació objectiva implica costosos procediments (p.ex. mètodes de calorimetria, valoració del consum d'oxigen o la tècnica del *doubly labeled water*, entre d'altres) que limiten la seva aplicació i el seu ús. Una alternativa

interessant podria ser l'establiment de barems específics per a diferents grups poblacionals, en funció del gènere i l'edat, que ens permetrien disposar d'uns valors de referència en funció del col·lectiu a avaluar. En el nostre estudi, hem presentat una proposta de barems (poden consultar-se a l'Article 2) en funció del gènere i de diferents grups d'edat. Però la mostra de l'estudi no és suficientment àmplia per a aquesta finalitat, a la vegada que es pot qüestionar la seva representativitat. També cal afegir que, tal i com s'ha destacat, el format actual del RSAF implica certa càrrega per a la persona que el completa i, en vista de realitzar una baremació, caldria adaptar-lo prèviament a un format menys costós, per tal de facilitar la seva administració. A més a més, és necessària la seva validació a partir d'altres instruments conductuals com els acceleròmetres (Chen i Basset, 2005; Matthews, 2005; Troiano, 2005).

La segona línia d'investigació d'aquesta tesi ha estat conformada per tres articles relacionats amb l'estudi d'indicadors psicofisiològics en l'àmbit de l'esport de competició. L'Article 3 i l'Article 4 han estat dos estudis metodològics que han permès el desenvolupament d'una metodologia d'anàlisi basada en el registre de la VFC com a indicador de l'estat de salut en l'esportista, també amb possibilitats d'aplicació en altres col·lectius. Al tractar-se d'estudis metodològics, aquests s'han realitzat en context de laboratori i amb població no esportista. En el cas de l'Estudi 4, les característiques en relació a la pràctica esportiva no eren rellevants perquè l'objectiu no era la valoració de l'estat de la persona, sinó que era estudiar la utilitat dels sistemes Polar i OWS per a detectar la senyal dels intervals RR a partir d'un registre simultani. En canvi, en l'Estudi 3 es va analitzar la relació entre els paràmetres resultants de l'anàlisi de la VFC i les escales del qüestionari SF-12 per a determinar la utilitat de l'anàlisi de la VFC com a indicador de salut. En aquest sentit, en aquests estudis s'han observat diferències significatives en les puntuacions obtingudes en l'escala original de salut percebuda, el

4. Discussió

SF-36, en funció del nivell de pràctica d'activitat física (actius, sedentaris o esportistes) i en funció de la intensitat de l'activitat física quotidiana (baixa, moderada o vigorosa). En aquests estudis s'ha trobat una millor percepció de l'estat general de salut en les persones actives o en els esportistes respecte als sedentaris (Buchheit, et al., 2005); i en els grups d'activitat física moderada i vigorosa, respecte als de intensitat baixa (Buchheit, et al., 2006). Això ens indica que, a partir dels resultats obtinguts en l'Estudi 3, podem dir que la VFC es mostra com a un bon indicador de l'estat de salut física en població general, però que, en canvi, caldria replicar l'estudi en una mostra esportiva per a poder arribar amb seguretat a les mateixes conclusions respecte a aquest col·lectiu. En aquest cas, caldria valorar també l'estat d'adaptació a l'entrenament per a poder controlar el nivell de fatiga o de sobreentrenament dels esportistes i que així, aquesta variable no afecti a l'anàlisi de la VFC.

L'Estudi 5 ha estat l'única investigació de camp d'aquesta tesi, realitzada en un context esportiu real de competició amb esportistes d'alt rendiment, durant un campionat de màxim nivell com és la copa del món d'hoquei herba. Com hem destacat abans, un estudi d'aquestes característiques presenta avantatges en relació a la validesa ecològica dels resultats obtinguts, però va en detriment del nivell de control que es pot exercir respecte als estudis de laboratori. En primer lloc, cal destacar que la mostra analitzada és petita, per la dificultat que comporta realitzar registres durant un context com aquest. Per altra banda, malgrat haver-se controlat les variables més rellevants que poden influir en el registre de la VFC, algunes variables que podrien tenir un paper important com el control de la respiració no s'han pogut controlar. En aquest estudi, el registre de la VFC s'ha fet en posició supina, amb una pauta lliure de respiració per part dels jugadors. Malgrat que alguns autors constaten que el fet de no controlar la respiració pot dificultar la reproducció dels resultats obtinguts i la comparació

quantitativa d'aquests per la relació que té la respiració en l'activitat vagal (Acharya et al, 2006), altres autors com Denver, Reed i Porges (2006) argumenten que no és necessari realitzar aquesta pauta. En aquesta línia trobem estudis on no s'ha controlat la respiració (Dishman, et al., 2000).

Per altra banda, en aquest treball hem destacat la importància de l'avaluació del procés d'estrés-recuperació per a valorar els efectes i l'adaptació a les càrregues físiques i psicològiques d'entrenament i competició (Kellamnn, 2002). En canvi, en l'Estudi 5 la valoració de l'estat d'adaptació dels jugadors d'hoquei s'ha realitzat únicament des del punt de vista de l'avaluació de l'estrès. En aquest cas, l'objectiu de l'estudi es va centrar en examinar la utilitat d'un instrument psicològic com a predictor del nivell d'adaptació a la competició, a través de la valoració de la resposta autonòmica a partir de l'anàlisi de la VFC. El context en que s'ha realitzat aquest estudi, tal i com hem explicat abans, comporta la introducció de sistemes d'avaluació que no interfereixin en les rutines ni dels jugadors ni dels tècnics, i que es basin en una avaluació senzilla i de fàcil interpretació. Així, el qüestionari SFMS, malgrat tractar-se únicament d'una eina de diagnòstic per a la detecció precoç d'estats desadaptatius, presenta l'avantatge de tractar-se d'un instrument de fàcil administració i comprensió (Brun, 2003). A més a més, la seva interpretació és ràpida i senzilla, a partir del recompte de respostes afirmatives, on recordem que puntuacions per sota de 20 es relacionen amb una adaptació favorable a les càrregues (Maso, et al., 2005). L'obtenció d'aquesta informació en combinació amb paràmetres fisiològics com els resultats de l'anàlisi de la VFC, tal i com hem realitzat en l'estudi, pot ser de gran interès per als entrenadors a l'hora de prendre decisions tècniques. No obstant, cal tenir en compte que en aquest estudi no s'ha analitzat l'efecte sobre el rendiment esportiu, de manera que no podem establir relacions entre estats de fatiga i una pitjor execució. La literatura ha suggerit

4. Discussió

una relació directa entre aquestes dues variables, i un decrement en el rendiment s'ha considerat com un dels factors més importants en la descripció de la *Síndrome de Sobreentrenament*. Per tant, en futures investigacions caldria tenir en compte també els possibles canvis en el rendiment dels esportistes que puguin estar associats a estats de fatiga.

Una altra limitació de l'estudi ha estat que no s'ha realitzat una valoració de la VFC en el mateix moment de la valoració del SFMS, just abans del campionat, per tal de poder valorar la fatiga deguda a la acumulació de molts partits en pocs dies, amb breus períodes de recuperació entre partits. Hem assumit que la situació en sí implicava una sobrecàrrega, però no podem saber la magnitud d'aquesta. En aquest sentit, el qüestionari RESTQ-Sport (Kellmann i Kallus, 2001) s'ha mostrat vàlid per identificar l'estat d'estrès físic i mental i les capacitats de recuperació dels esportistes durant períodes específics d'entrenament (Coutts i Reaburn, 2008; Hogg, 2000; Kellmann i Günther, 2000), però no s'ha estudiat la seva utilitat per monitoritzar esportistes durant una torneig. El RESTQ-Sport podria resultar un instrument molt útil per analitzar els processos d'estrès i també les estratègies de recuperació que porten a terme els esportistes davant una competició, així com la seva relació amb el rendiment obtingut. En canvi, cal tenir en compte que l'administració d'aquest qüestionari és més costosa en quant a temps que la del SFMS ja que el RESTQ-Sport té 76 ítems, una alternativa de resposta en base a una escala de 0 a 6 i la seva interpretació implica el càlcul de diferents dimensions, mentre que el SFMS té 54 ítems i és de resposta dicotòmica (*si o no*) i, com dèiem abans, la seva interpretació es realitza a partir del recompte del número de respostes afirmatives.

En relació als sistemes de registre de la VFC, en l'Estudi 3 van registrar-se els intervals RR a partir del monitor de freqüència cardíaca Polar S 810i i el software

d'anàlisi del que disposa aquest sistema (Polar Precision Performance; Polar Electro Oy, Kempele, Finland). En el moment en que es va realitzar aquest estudi encara no disposàvem del sistema OWS i encara no havíem desenvolupat el sistema propi per a la correcció dels artefactes o errors de registre i per a realitzar el càlcul dels paràmetres derivats de l'anàlisi de la VFC. En un estudi recent, Nunnan et al. (2009) han determinat la validesa del Polar S810i i del seu software d'anàlisi, però nosaltres, en canvi, en la nostra pràctica investigadora hem observat diferències a partir de l'anàlisi amb diferents softwares. És per això que en el Estudi 4 i en el Estudi 5 la correcció d'artefactes i l'anàlisi dels paràmetres de la VFC s'ha realitzat a partir d'un software propi (Article 4) i del *Software for advanced HRV analysis* (Niskanen, et al., 2004) (Article 5), a partir de la exportació dels intervals RR obtinguts a través dels dos sistemes de registre (Polar i OWS).

Les limitacions que s'han anat descrivint han permès la continuació del treball i el desenvolupament d'un sistema d'anàlisi propi que permet obtenir un registre dels intervals RR de qualitat, amb un control màxim dels errors, a partir d'un protocol conegut que ens permet corregir els artefactes i càlculs dels paràmetres a partir d'algoritmes de càlcul contrastats. Una de les principals aportacions d'aquest sistema d'anàlisi es deriva també dels resultats trobats en els estudis que hem realitzat combinant una valoració fisiològica basada en l'anàlisi de la VFC amb la valoració de l'estat emocional (a partir del POMS), del procés d'estrès-recuperació (a partir del RESTQ-Sport), i de la percepció subjectiva de l'estrès i de la recuperació, i del registre de les conductes de recuperació (TQR). Aquest format de valoració psicofisiològica s'ha proposat per altres autors a partir de diaris d'entrenament (Bonete, et al., 2008; García-Verdugo, 2008), però en general el seu seguiment implica una càrrega important per a l'esportista, que ha d'anotar i portar el control de diferents variables (com la

4. Discussió

frequència cardíaca de repòs, la freqüència cardíaca de recuperació, el pes, etc.). En canvi, el sistema que el nostre grup està desenvolupant permet la valoració de l'adaptació a les càrregues d'entrenament i de competició d'una manera més senzilla i eficaç, ja que la valoració de l'estat físic es realitza a partir d'un únic registre en repòs durant cinc minuts.

Aquesta primera versió del sistema (veure Annex XII), s'està desenvolupant per a la seva aplicació en esportistes de rendiment. En canvi, pot ser aplicada també a altres col·lectius. Així, ja hem realitzat diferents estudis basats en la valoració de la VFC en combinació amb instruments de valoració emocional en treballadors (Dosal, 2009); basats en la valoració de l'activitat cognitiva en relació a la pràctica d'exercici en gent gran; (Valero, 2010) o en investigació bàsica en animals (Ferrer, 2010; Sánchez, 2010).

A banda de les implicacions d'aquesta tesi en el desenvolupament de sistemes d'anàlisi i de valoració nivell psicofisiològic, es deriven també implicacions en l'estudi de diferents estratègies d'intervenció per a la millora de l'estat de salut en esportistes i en altres col·lectius, com els abans citats. Un exemple són les tècniques de biofeedback de la VFC que s'han mostrat efectives en el tractament de diferents trastorns clínics (Hasset, Radvanski, Vaschillo, Vaschillo, Sigal, Karavidas, et al., 2007; Leher, Vaschillo, Trost, i France, 2009; Leher, Vaschillo, Vaschillo, Lu, Eckberg, Edelberg, et al., 2003; McCraty, Atkinson, i Tomasino, 2003).

En conclusió, els resultats d'aquesta tesi, conjuntament amb altres estudis del nostre grup han mostrat una implicació pràctica de l'estudi d'una metodologia que combini una valoració de variables cognitives, conductuals i fisiològiques. Això ens obre les portes a aprofundir en el coneixement necessari per a entendre la relació que existeix entre la pràctica física-esportiva i la repercussió en la salut, facilitant el disseny

i la implemenciació d'estratègies de promoció de la salut en població general, en esportistes i altres col·lectius.

5. CONCLUSIONS

- A partir dels Estudis 1 i 2 s'ha proposat una metodologia d'avaluació de laboratori, basada en protocols específics, que integren una valoració psicofisiològica i conductual de l'activitat física, a partir d'instruments vàlids, fiables i de fàcil administració. La valoració del perfil motivacional i de les barreres per a la pràctica d'exercici físic, en combinació amb la valoració conductual, a partir del RSAF, i amb la valoració de la condició física, permet la individualització d'estratègies de promoció de la salut a partir de la pràctica d'activitat física.
- S'ha aportat un instrument d'avaluació conductual i de quantificació de l'activitat física quotidiana (RSAF), adaptat a la població espanyola, cobrint el buit existent en la investigació. El RSAF s'ha mostrat un instrument adequat per a predir la condició física cardiorrespiratòria, a partir de la valoració quantitativa de les activitats físiques diàries (en METs). A la vegada, permet la valoració qualitativa de les activitats físiques quotidianes, particularment útil en context d'avaluació i d'intervenció, per a l'establiment de perfils de pràctica d'activitat física individualitzats, i ajustar la prescripció específica en els individus per a facilitar l'adherència al tractament o al programa d'intervenció implementat.
- S'ha validat el sistema Omega Wave Sport com a aparell de registre dels intervals RR tant en situació de camp com en situació de laboratori. A partir dels resultats de la comparació del sistema Polar S810i amb el sistema Omega Wave Sport, podem concloure que ambdós sistemes resulten vàlids per a la captació de ls intervals RR en situació de camp. Específicament, el sistema Omega Wave Sport presenta com a principal avantatge respecte al sistema Polar S810i que permet obtenir un registre sense errors i un feedback immediat de l'estat de la persona. Per contra, el sistema

5. Conclusions

Polar S810i presenta com a avantatge respecte al Omega Wave Sport que és un aparell molt més econòmic i permet els registres durant la pràctica esportiva.

- L'anàlisi de la VFC ha resultat un bon indicador de salut física en població general, especialment a partir dels paràmetres RMSSD i pNN50 de l'anàlisi en el domini temporal i el paràmetre HF de l'anàlisi en el domini de la freqüència. En context esportiu, l'anàlisi de la VFC ha resultat un bon indicador de l'adaptació a les càrregues de competició en jugadors d'hoquei herba durant una competició de màxim nivell, en concret a partir dels paràmetres RMSSD i pNN50, en domini temporal, i del paràmetre LF/HF, en el domini de la freqüència.
- A partir de la valoració conjunta del qüestionari SFMS i l'anàlisi de la VFC (amb el sistema Omega Wave Sport) podem obtenir una mesura vàlida i fiable de valoració dels estats de fatiga i de la mala adaptació a la competició, basada en una metodologia senzilla, ràpida i poc invasiva i que a la vegada ens permet tenir una disponibilitat immediata dels resultats obtinguts.
- La metodologia d'avaluació desenvolupada en aquesta tesi, basada en els indicadors psicofisiològics i conductuals proposats, representa una alternativa d'avaluació interessant per als especialistes de la salut a l'hora de prescriure activitat física i aconseguir l'adherència al programa o intervenció, i per als entrenadors i professionals de les ciències de l'esport, per a l'avaluació de l'estat de l'esportista en l'àmbit aplicat sense interferir en la situació natural esportiva.
- Els resultats d'aquesta tesi han contribuït en el desenvolupament d'un sistema d'anàlisi basat en indicadors psicofisiològics que permet monitoritzar l'estat d'estrès-recuperació en esportistes, establint les bases per a l'aplicació en col·lectius diversos com és en població general, en gent gran, en treballadors, o fins i tot en investigació bàsica, en estudis amb animals.

6. REFERÈNCIES

- Aadahl, M. i Jorgensen, T. (2003). Validation of a new self-report instrument for measuring physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 1196-1202.
- Acharya, U. R., Joseph, P., Kannathal, N., Lim, C., i Suri, J. (2006). Heart rate variability: a review. *Medical and Biological Engineering Computing*, 44, 1031-1051.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Leon, A. S., Jacobs, D. R. Jr., Montoye, H. J., Sallis, J. F., i Paffenbarger, R. S. Jr. (1993). Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 71-80.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., et al. (2000). Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, S498-504.
- Ainsworth, B. E., Richardson, M. T., Jacobs, D. R. Jr., Leon, A. S., i Sternfeld, B. (1999). Accuracy of recall of occupational activity by questionnaire. *Journal of Clinical Epidemiology*, 52, 219-227.
- Alonso, J., Prieto, L., i Antó, J. M. (1995). La versión española del SF-36 Health Survey (Cuestionario de Salud SF-36): un instrumento para la medida de los resultados clínicos. *Medicina Clinica*, 104, 771-776.
- American College of Sports Medicine. (2003). *ACSM Fitness book*. Champaign, Il.: Human Kinetics.

6. Referències

- Anshel, M. (1996). Effect of chronic aerobic exercise and progressive relaxation on motor performance and affect following acute stress. *Behavioral Medicine*, *21*, 186-196.
- Askelrod, S., Gordon, D., Ubel, F. A., Shannon, D. C, Berger, A. C., i Cohen, R. J. (1981). Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, *213*, 220-222.
- Aubert, A., Seps, B., i Beckers, F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Medicine*, *33*, 889-919.
- Barbany, J. R. (1990). *Fundamentos de fisiología del ejercicio y del entrenamiento*. Barcelona: Barcanova.
- Baecke, J. A. H., Burema, J., i Fritjers, J. E. R. (1982). A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *36*, 936-942.
- Benhaddad, A.A., Bouix, D., Khaled, S., Micallef, J. P., Mercier, J., Bringer, J., et al. (1999). Early hemorheologic aspects of overtraining in elite athletes. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, *20*, 117-125.
- Berglund, B., i Säfström, H. (1994). Psychological monitoring and modulation of training load of world-class canoeist. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *26*, 1036-1040.
- Berntson, G. S., Bigger, J. T, Eckberg, D. L., Grossman, P., Kautman, D. G., Malik, M., et al., (1994). Heart rate variability : origins, methods and interpretative caveats. *Psychophysiology*, *34*, 623-648.
- Bird, S. R, Smith, A., i James, K. (1998). *Exercise Benefits and Prescription*. Cheltenham: Stanley Thornes.

- Bishop, P. A., Jones, E., i Woods, K. (2008). Recovery from training: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1015-1024.
- Blair, S. N., Haskell, W., Ho, P., Paffenbarger, R., Vranizan, K., Farquhar, J., i cols. (1985). Assessment of habitual physical activity by a seven-day recall in a community survey and controlled experiments. *American Journal of Epidemiology*, 122, 794-804.
- Blair, S. N., LaMonte, M. J., i Nichaman, M. Z. (2004). The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 913S-920S.
- Bonete, E., Moya, M., i Suay, F. (2008). Control psicobiològic de l'exercici físic i l'entrenament. En F. Suay (Ed.), *Psicobiologia de l'esport i de l'activitat física*. (pp. 173-195). València: Publicacions Universitat de València.
- Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2, 92-98.
- Borg, G. (1982). A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. En H. G. Geissler i P. Petzold (Eds.), *Psychophysical judgement and the process of perception*. (pp. 25-34). Berlin: VEB Deutcher Verlag der Wissenschaften.
- Brun, J. F. (2003). The overtraining: to a system of evaluation usable by routine examination. *Science and Sport*, 18, 282-286.
- Buch, A. N., Coote, J. H., i Townend, J. N. (2002). Mortality, cardiac vagal control and physical training- what's the link? *Experimental Physiology*, 87, 423-435.

6. Referències

- Buchheit, M., Simon, C., Viola, A. U., Dotrel eau, S., Piquard, F., i Branderberger, G. (2004). Heart Rate Variability in sportive elderly: relationship with daily physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 601-605.
- Buchheit, M., Simon, C., Charloux, A., Dotrel eau, S., Piquard, F., i Branderberger, G. (2005). Heart Rate Variability and Intensity of Habitual Physical Activity in Middle-Aged Persons. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 1530-1534.
- Buchheit, M., Simon, C., Charloux, A., Dotrel eau, S., Piquard, F., i Branderberger, G. (2006). Relationship between very high physical activity energy expenditure, heart rate variability and self -estimate of health status in middle-aged individuals. *International Journal of Sports Medicine*, 27, 697-701.
- Capdevila, Ll. (2005). *Actividad Física y Estilo de Vida Saludable*. Girona: Documenta universitaria.
- Capdevila, Ll. (2007). *Activitat física i percepció de salut: avaluació comunitària a través d'enquesta electrònica*. Treball d'investigació de doctorat no publicat. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Capdevila, Ll. (2008). Activitat física, conducta alimentaria i salut. En F. Suay (Ed.), *Psicobiologia de l'esport i de l'activitat física*. (pp. 173-195). València: Publicacions Universitat de València.
- Capdevila, Ll., Niñerola, J., Cruz, J., Losilla, J.M., Parrado, E., Pintanel, M., Valero, M., i Vives, J. (2007). Exercise motivation in university community members: A behavioural intervention. *Psicothema*, 19, 250-255.

- Capdevila, Ll., Niñerola, J., i Pintanel, M. (2004). Motivación y actividad física: el autoinforme de motivos para la práctica de ejercicio físico (AMPEF). *Revista de Psicología del Deporte*, 13, 55-74.
- Capdevila, Ll., Pintanel, M., Valero, M., Ocaña, M., i Parrado, E. (2006). Estrategias de intervención para promocionar la actividad deportiva en la población universitaria femenina. En Consejo Superior de Deportes (Ed.), Serie ICD, núm. 46, *Las mujeres jóvenes y las actividades físico - deportivas* (pp. 91-118). Madrid: Consejo Superior de Deportes (MEC).
- Capdevila, Ll., Rodas, G., Ocaña, M., Parrado, E., Pintanel, M., i Valero, M. (2008). Variabilitat de la freqüència cardíaca com a indicador de salut en esport: validació amb un qüestionari de qualitat de vida (SF-12). *Apunts. Medicina de l'esport*, 158, 62-69.
- Cecchini, J. A., Méndez, A., i Muñiz, J. (2002). Motives for practicing sport in Spanish schoolchildren. *Psicothema*, 14, 523-531.
- Cervantes, J. C., Florit, D., Parrado, E., Rodas, G., i Capdevila, Ll. (2009). Evaluación psicofisiológica y cognitiva del proceso de estrés- recuperación en la preparación Pre-Olímpica de deportistas de élite. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 4, 111-117.
- Cervantes, J. C., Rodas, G., i Capdevila, Ll. (2009a). Heart rate variability and precompetitive anxiety in swimmers. *Psicothema*, 21, 531-536.
- Cervantes, J. C., Rodas, G., i Capdevila, Ll. (2009b). Perfil psicofisiológico de rendimiento en nadadores basado en la variabilidad de la frecuencia cardíaca i en estados de ansiedad precompetitiva. *Revista de Psicología del Deporte*, 18, 37-52.

6. Referències

- Cervelló, E., Hutzler, Y., Reina, R., Sanz D., i Moreno, J.A. (2005). Goal orientations, contextual and situational motivational climate and competition goal involvement in Spanish athletes with cerebral palsy. *Psicothema*, 17, 633-638.
- Chen, K. Y., i Basset, D. R. (2005). The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, S490-S500.
- Cohen, H., i Benjamin, J. (2006). Power spectrum analysis and cardiovascular morbidity in anxiety disorders. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 128, 1-8.
- Consejo Superior de Deportes. (2009). *Plan integral para la actividad física y el deporte*. Madrid: Consejo Superior de Deportes (MEC).
- Corsetti, G., Assanelli, D., Salvadori, G., Maccalli, P., i Bianchi, R. (2005). Reproducibility of a self-reported questionnaire for measuring physical activities in active and inactive males. *Italian Journal of Sport Sciences*, 12, 34-42.
- Coutts, A., i Reaburn, P. (2008). Monitoring changes in rugby league players' perceived stress and recovery during intensified training. *Perceptual and Motor Skills*, 106, 904-916.
- Coutts, A. J., Slattery, K.M., i Wallace L. K. (2007). Practical tests for monitoring performance, fatigue and recovery in triathletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10, 372-381.
- Coutts, A. J., Wallace L. K., i Slattery, K. M. (2007) Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 125-134.

- Dishman, R. K., Nakamura, Y., García, M. E., Thomson, M. W., Dunn, A. L., i Blair, S. N. (2000). Heart rate variability, trait anxiety and perceived stress among physically fit men and women. *International Journal of Psychophysiology*, 37, 121-133.
- Dosal, R. (2009). Exploration of emotional variables and stress in the work context. Treball d'investigació de doctorat no publicat. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Duncan, G. E., Syde man, S. J., Perri, M. G., Lim acher, M. C., i Martin, A. D. (2001). Can sedentary adults accurately recall the intensity of their physical activity? *Preventive Medicine*, 33, 18-26.
- Elosua, R., Garcia, M., Aguilar, A., Molina, L., Covas, I., Marrugat, J., i el grup MARATDON. (2000). Validation of the Minnesota Leisure Time Physical Activity questionnaire in Spanish women. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 32, 1431-1437.
- Elosua, R., Marrugat, J., Molina, L., Pons, S., Pujol, E., i MARATHOM investigadors. (1994). Validation of the Minnesota Leisure Time Physical Activity questionnaire in Spanish men. *American Journal of Epidemiology*, 139, 1197-1209.
- Elsawy, B, i Higgins, K. E. (2010). Physical Activity Guidelines for Older Adults. *American Family Physician*, 81, 55-59.
- Elloumi, M., Ounis, O. B., Tabka, Z., Van Praagh, E., Michaux, O., i Lac, G. (2008). Psychoendocrine and physical performance responses in male Tunisian rugby players during an international competitive season. *Aggressive Behavior*, 34, 623-632.

6. Referències

- Ferrer, J. (2010). *Efectos conductuales y fisiológicos del ejercicio físico regular y moderado en ratas adultas. Validez de la variabilidad de la frecuencia cardíaca como parámetro indicador de salud.* Treball d'investigació de doctorat no publicat. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Filaire, E., Bernain, X., Sagnol, M., i Lac, G. (2001). Preliminary results on mood state, salivary testosterone/cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 179-184.
- Filaire, E., Lac, G., i Pequignot, J. M. (2003). Biological, hormonal, and psychological parameters in professional soccer players throughout a competitive season. *Perceptual and Motor Skills*, 97, 1061-1072.
- Florindo, A. A., i Dias de Oliveira, M. R. (2003). Validation and reliability of the Baecke questionnaire for the evaluation of habitual physical activity in adult men. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 9, 129-135.
- Frederick, C. M., i Ryan, R. M. (1993). Differences in motivation for sport and exercise and their relations with participation and mental health. *Journal of Sport Behavior*, 16, 124-146.
- Friedman, B. H. (2007). An autonomic flexibility-neurovisceral integration model of anxiety and cardiac vagal tone. *Biological Psychology*, 74, 185-199.
- Fry, R. W., Grove, R. J., Morton, A. R., Zeroni, P. M., Gaudieri, S., i Keast, D. (1994). Psychological and immunological correlates of acute OT. *British Journal of Sports Medicine*, 28, 241-246.
- Gamelin, F. X., Baquet, G., Berthoin, S., i Bousquet, L. (2008). Validity of the Polar S810 to Measure R-R Intervals in Children. *International Journal of Sports Medicine*, 29, 134-138.

- Gamelin, F. X., Berthoin, S., Bosquet, L. (2006). Validity of the Polar S810 Heart Rate Monitor to Measure R-R Intervals at Rest. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 38, 887-893.
- García-Mas, A., Olmedilla, A., Morilla, M., Rivas, C., García E., i Ortega, E. (2006). Un nuevo modelo de cooperación deportiva y su evaluación mediante un cuestionario. *Psicothema*, 18, 425-432.
- García-Verdugo, M. (2008). *Planificación y control del en entrenamiento de resistencia*. Barcelona: Paidotribo.
- Gavin, J. (1992). *The exercise habit*. Windsor: Human Kinetics.
- González-Boto, R., Salguero, A., Tuero, C., González-Gallego, J. i Márquez, S. (2008). Monitoring the effects of training load changes on stress and recovery in swimmers. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 64, 19-26.
- Grossi Porto, L. G., i Junqueira, L. F. (2009). Comparison of Time-Domain Short-Term Heart Interval Variability Analysis Using a Wrist-Worn Heart Rate Monitor and the Conventional Electrocardiogram. *Pacing Clinical Electrophysiology*, 32, 43-51.
- Guillén-García, F., Castro, J. y Guillén-García, M. A. (1997). Calidad de vida, salud y ejercicio físico: Una aproximación al tema desde una perspectiva psicosocial. *Revista de Psicología del Deporte*, 12, 91-107.
- Halsen, S.L., i Jeukendrup, A. E. (2004). Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. *Sports Medicine*, 34, 967-981.
- Hardman, A. E. (2001). Physical activity and health: current issues and research needs. *International Journal of Epidemiology*, 30, 1193-1197.

6. Referències

- Haskell, W. L., i Kiernan, M. (2007). Methodologic issues in measuring physical activity and physical fitness when evaluating the role of dietary supplements for physically active people. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72, 541-550.
- Hassett, A. L., Radvanski, D. C., Vaschillo, E. G., Vaschillo, B., Sigal, L.H., Karavidas, M. K., et al. (2007). A pilot of the efficacy of heart rate variability (HRV) biofeedback in patients with fibromyalgia syndrome. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 32, 1-10.
- Hogg, J. M. (2000). *Canadian women's world cup soccer 1999: Mental preparation. A report for the Canadian Soccer Association*, University of Alberta, Edmonton, Alberta.
- Hooper, S. L., Mackinnon, L. T. i Hanrahan, S. (1997). Mood states as an indication of staleness and recovery. *International Journal of Sport Psychology*, 28, 1-12.
- Hopkins, W. G., Wilson, N. C., i Russell, D. G. (1991). Validation of the physical activity instrument for the Life in New Zealand National Survey. *American Journal of Epidemiology*, 133, 73-82.
- Huikuri, H. V., Makikallio, T. H., i Perkiomäki, J. (2003). Measurement of heart rate variability by methods based on nonlinear dynamics. *Journal of Electrocardiology*, 36, 95-99.
- Iellamo, F., Legramante, J. M., Pigozzi, F., Spataro, A., Norbiato, G., Lucini, D. i Pagani, M. (2002). Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes. *Circulation*, 105, 2719-2724.

- Iellamo, F., Pigozzi, F., Spataro, A., Lucini, D., i Pagani, M. (2004). T-wave and heart rate variability changes to assess training in world-class athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 1342-1346.
- Ingledeu, D.K., i Sullivan, G. (2002). Effects of body mass and body image on exercise motives in adolescence. *Psychology of Sport and Exercise*, 3, 323-338.
- Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., i Jürimäe, T. (2004). Changes in stress and recovery after heavy training in rowers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7, 335-339.
- Kahlmeier, S., Racioppi, F., Cavill, N., Rutte, H., i Oja, P. (2010). Health in All Policies in Practice: Guidance and Tools to Quantifying the Health Effects of Cycling and Walking. *Journal of Physical Activity and Health*, 7, S120-S125.
- Katz, D.L. (2001). Behavior modification in primary care: the pressure system model. *Preventive Medicine*, 32, 66-72.
- Kellmann, M. (2002). *Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes*. Champaign, IL : Human Kinetics.
- Kellmann, M., Altenburg, D., Lormes, W., i Steinacker, J. M. (2001). Assessing stress and recovery during preparation for the world championship in rowing. *The Sport Psychologist*, 15, 151-167.
- Kellmann, M., i Günter, K. D. (2000). Changes in stress and recovery in elite rowers during preparation for the Olympic Games. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 676-683.
- Kellmann, M., i Kallus, K. W. (2001). *Recovery-Stress Questionnaire for athletes: User manual*. Champaign, Il.: Human Kinetics.

6. Referències

- Kenttä, G. i Hassmén, P. (1998). Overtraining and recovery. A conceptual model. *Sports Medicine*, 26, 1-16.
- Kingsley, M., Lewis, M. J., i Marson, R.E. (2005). Comparison of polar 810s and an ambulatory system for RR interval measurement during progressive exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 39-44.
- Kleiger, R.E., Stein, P.K., i Bigger Jr., T. (2005). Heart rate variability: measurement and clinical utility. *The Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 10, 88–101.
- Kuipers, H., i Keizer, H. A. (1988). Overtraining in elite athletes. Review and directions for the future. *Sports Medicine*, 6, 79-92.
- Laukkanen, R. M. T. i Virtanen, P. K. (1998). Heart rate monitors: state of the art. *Journal of Sports Sciences*, 16, S3- S7.
- La Rovere, M. T., Bigger, J. T. Jr., Marcus, F. L., Mortara, A., i Schwartz, P. J. (1998). Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction) investigators. *Lancet*, 351, 478-484.
- Legros, P., i el grup “surentraînement” (1993). Le surentraînement: diagnostic des manifestations psychocomportementales précoces. *Science & Sports*, 8, 71-74.
- Lehmann, M., Schnee, W., Scheu, R., Stokhausen, W., i Bachl, N. (1992). Decrease nocturnal catecholamine excretion: parameter for an overtraining syndrome in athletes? *International Journal of Sports Medicine*, 13, 236-242.
- López-Alvarenga, J.C., Reyes-Díaz, S., Castillo-Martínez, L., Dávalos-Ibáñez, A. i González-Barranco, J. (2001). Reproducibilidad y sensibilidad de un cuestionario de actividad física en población mexicana. *Salud Pública de México*, 43, 306-312.

- Mäestu, J., Jürimae, J., i Jürimae, T. (2005). Monitoring of performance and training in rowing. *Sports Medicine*, 35, 597-617.
- Mäestu, J., Jürimae, J., Kreepiou, K., i Jürimae, T. (2006). Changes in perceived stress and recovery during heavy training in highly training rowers. *The Sport Psychologist*, 20, 24-39.
- Main, L., i Grove, J. R. (2009). A multi-component assessment model for monitoring training distress among athletes. *European Journal of Sport Science*, 9, 195-202.
- Marcus, B. H., Rakowski, W., i Rossi, J. S. (1992). Assessing motivational readiness and decision-making for exercise. *Health Psychology*, 11, 257-261.
- Marsh, H. (1996). Construct Validity of Physical self-description Questionnaire Responses: Relations to External Criteria. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 18, 111-131.
- Martens, R., Vealey, R. S., i Burton, D. (1990). *Competitive anxiety in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Maso, F., Lac, G., i Brun, J.F. (2005). Analysis and interpretation of SFM S questionnaire for the detection of early signs of overtraining: a multicentric study. *Science and Sports*, 20, 12-20.
- Maso, F., Lac, G., Filaire, E., Michaux, O., i Robert, A. (2004). Salivary testosterone and cortisol in rugby players: Correlation with psychological overtraining items. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 260-263.
- Matthews, C. E. (2005). Calibration of accelerometer output for adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 512-522.
- McCraty, R., Atkinson, M., Tiller, W. A., Rein, G. i Watkins, A. D. (1995). The effect of emotions on short-term power spectrum analysis of heart rate variability. *American Journal of Cardiology*, 76, 1089-1093.

6. Referències

- McNair, D. M., Lorr, M., i Dropplem an, L. F. (1971). *Profile of Mood States Manual*. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Services.
- Meeusen, R., Duclos, M., Gleeson, M., Rietje ns, G. J. W. M., Steinacker, J. M., i Urhausen, A. (2006). Prevention, diagnosis and treatm ent of the overtraining syndrome. *European Journal of Sport Science*, 6, 1-14.
- Melillo, K., Futrell, M., Williamson, E., Chamberlain, C., Bourque, A., MacDonell, M., et al. (1996). Perceptions of physical fitness and exercise activity among older adults. *Journal of Advanced Nursing*, 23, 542-547.
- Morgan, W. P., Brown, D. R., Raglin, J. S., O'Connor, P. J., i Ellickson, K. A. (1987). Psychological monitoring of overtraining and staleness. *British Journal of Sports Medicine*, 21, 107-114.
- Mueck-Weymann, M., Janshoff, G., i Mueck, H. (2004). Stretching increases heart rate variability in healthy athletes complaining about limited muscular flexibility. *Clinical Autonomic Research*, 14, 15–18.
- Murray, N. P., i Raedke, T. D. (2008). Hear t rate variability as an ind icator of pre-competitive arousal. *International Journal of Sport Psychology*, 39, 346-355.
- Naessens, G., Chandler, T. J., Kibler, W. B., i Driessens, M. (2000). Clinical usefulness of nocturnal urinary nora drenaline excretion patterns in the f ollow-up training processes in high-level soccer players. *Journal of S trength and Co nditioning Research*, 14, 125-131.
- Narita, K., Murata, T., Ha mada, T., Takahash i, T., Omori, M., Suganum a, N., et al. (2007). Interactions among higher trait anxiety, sympathetic activity, and endothelial function in the elderly. *Journal of Psychiatric Research*, 41, 418–427.

- Niñerola, J., Capdevila, Ll., i Pintanel, M. (2006). Barreras percibidas y actividad física: el autoinforme de barreras para la práctica de ejercicio físico. *Revista de Psicología del Deporte, 15*, 53-69.
- Niskanen, J. P., Tarvainen, M. P., Ranta-Aho, P. O., i Karjalainen, P. A. (2004). Software for advanced HRV analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine, 76*, 73–81.
- Nuissier, F., Chapelot, D., Vallet, C., i Pichon, A. (2007). Relations between psychometric profiles and cardiovascular autonomic regulation in physical education students. *European Journal of Applied Physiology, 99*, 615–622.
- Nunan, D., Donovan, G., Jakovljevic, D. G., Hodges, L. D., Sandercock, G. R. H., i Brodie, D. A. (2009). Validity and reliability of short-term heart rate variability from the Polar S810. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 41*, 243-250.
- Nunan, D., Jakovljevic, D. G., Donovan, G., Hodges, L. D., Sandercock, G. R. H., i Brodie, D. A. (2008). Levels of agreement for RR intervals and short-term heart rate variability obtained from the Polar S810 and an alternative system. *European Journal of Applied Physiology, 103*, 529-537.
- Organització Mundial de la Salut. (2002). *Informe sobre la Salut en el Mundo 2002 - Reducir los Riesgos y Promover una Vida Sana*. Extret el 6 d'abril de 2010 de <http://www.who.int/whr/previous/es>.
- Paffenbarger, R. S., Hyde, R. T., Wing, A. L., Lee, I. M., Jung, D. L., i Kampert, J. B. (1993). The association of changes in physical activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *The New England Journal of Medicine, 328*, 538-545.

6. Referències

- Paffenbarger, R. S., i Olsen, E. (1996). *Lifefit. An effective exercise program for optimal health and longer life*. Champaign, Il.: Human Kinetics.
- Parrado, E. (2007). *Avaluació de l'estil de vida actiu en relació a la salut*. Treball d'investigació de doctorat no publicat. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Parrado, E., Cervantes, J.C., Ocaña, M., Pintanel, M., Valero, M., i Capdevila, Ll. (2009) Evaluación de la conducta activa: el Registro Semanal de Actividad Física (RSAF). *Revista de psicología del Deporte*, 18, 197-216.
- Parrado, E., Cervantes, J.C., Pintanel, M., Rodas, G., i Capdevila, Ll. (2010). Perceived tiredness and heart rate variability in relation to overload during a field hockey world cup. *Perceptual and Motor Skills*, 110, 699-713.
- Parrado, E., Garcia, M. A., Ramos, J., Cervantes, J. C., Rodas, G., i Capdevila, Ll. (2010). Comparison of two devices to detect R-R intervals. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 336-341.
- Philippaerts, R. M., i Lefevre, J. (1998). Reliability and validity of three physical questionnaires in Flemish males. *American Journal of Epidemiology*, 147, 982-990.
- Pichot, V., Busso, T., Roche, F., Garet, M., Costes, F., Duverney, D., Lacour, J. R., i Barthelemy, J.C. (2002). Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: a laboratory study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 1660-1666.
- Pierce, E. F. (2002). Relationship between training volume and mood states in competitive swimmers during a 24-week season. *Perceptual and Motor Skills*, 94, 1009-1012.

- Pintanel, M., Parrado, E., Siñol, N., Valero, M., i Capdevila, Ll. (2007). Metodología de evaluación formativa de una intervención para promover la actividad física a nivel comunitario. *Revista de psicología del Deporte, 16*, 25-40.
- Porges, S.W., Doussard-Roosevelt, J.A., i Maita, A. K. (1994). Vagal tone and the physiological regulation of emotion. *Monographs of the Society for Research in Child Development, 59*, 167-186.
- Portier, H., Louisy, F., Laude, D., Berthelot, M., i Guezennec, C.Y. (2001). Intense endurance training on heart rate and blood pressure variability in runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 33*, 1120-1125.
- Prochaska, J. O., i DiClemente, C. C. (1982). Transtheoretical approach: toward a more integrative model of change. *Psychotherapy: Theory, Research and Practice, 19*, 257-288.
- Prochaska, J. O., DiClemente, C. C., i Norcross, J. C. (1992). In search how people change. Applications to addictive behaviors. *American Psychologist, 47*, 1102-1114.
- Prochaska, J. O. i Marcus, B. H. (1994). The Transtheoretical Model: Applications to exercise. A R. K. Dishman (Ed), *Advances in exercise adherence*. (pp 161-180). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Prochaska, J. O., i Velicer, W. F. (1997). The Transtheoretical Model of health behavior change. *American Journal of health promotion, 12*, 38-48.
- Prochaska, J. O., Velicer, W. F., DiClemente, C. C., i Fava, J. (1988). Measuring processes of change: Applications to the cessation of smoking. *Journal of consulting and clinical psychology, 56*, 520-528.

6. Referències

- Prochaska, J. O., Velicer, W. F., Rossi, J.S., Goldstein, M. G., Marcus, B. H., Rakowski, W., et al. (1994). Stages of change and decisional balance for 12 problems behaviours. *Health Psychology, 13*, 39-46.
- Pumpřla, J., Howorka, K., Groves, D., Chester, M., i Nola, J. (2002). Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical implications. *International Journal of Cardiology, 84*, 1-14.
- Purge, P., Jürimäe, J., i Jürimäe, T. (2005). Changes in recovery-stress state and performance in elite rowers during preparation for major competitions. *Perceptual and Motor Skills, 101*, 375-381.
- Radespiel-Tröger, M., Rauh, R., Mahlke, C., Gottschalk, T., i Mück-Weymann, M. (2003). Agreement of two different methods for measurement of heart rate variability. *Clinical Autonomic Research, 13*, 99-102.
- Raglin, J. S., i Morgan, W. P. (1994). Development of a scale for use in monitoring training induced distress in athletes. *International Journal of Sports Medicine, 15*, 84-88.
- Richardson, M. T., Ainsworth, B. E., Jacobs, D. R. Jr., i Leon, A. S. (2001). Validation of the Stanford 7-Day Recall to assess habitual physical activity. *Annals of Epidemiology, 11*, 145-153.
- Richardson, M. T., Leon A. S., Jacobs, D. R. Jr., Ainsworth, B. E., i Serfass, R. (1994). Comprehensive evaluation of the Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire. *Journal of Clinical Epidemiology, 47*, 271-281.
- Rodas, G., Pedret, C., Ramos, J., i Capdevila, Ll. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardiaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (I). *Archivos de Medicina del Deporte, 25*, 11-18.

- Sánchez, S. (2010). *Efectos conductuales y fisiológicos del ejercicio voluntario como estilo de vida en un modelo murino de senescencia acelerada*. Treball d'investigació de doctorat no publicat. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Sandercock, G. R., Bromley, P. D., i Brodie, D. A. (2005). The reliability of short-term measurements of heart rate variability. *International Journal of Cardiology*, 103, 238-247.
- Schwarz, A. M, Schächinger, H., Adler, R. H., i Goetz, S. M. (2003). Hopelessness is associated with decreased heart rate variability during championship chess games. *Psychosomatic Medicine*, 65, 658–661.
- Seraganian, P. (1993). *Exercise psychology: the influence of physical exercise on psychological processes*. New York: John Wiley.
- Shephard, R. J. (2003). Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 197-206.
- Siconolfi, S. F., Lasater, T.M., Snow, R.C. K., i Carleton, R. A. (1985). Self-reported physical activity compared with maximal oxygen uptake. *American Journal of Epidemiology*, 122, 101-105.
- Sorensen, M. (1997). Self-referent thoughts in exercise: The self-perception in exercise Questionnaire. *European Journal of Psychological Assessment*, 13, 195-205.
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996) Heart-rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*, 93, 1043-1065.

6. Referències

- Taylor, H.L., Jacobs, D. R. Jr., Schucker, B., Knudsen, J., Leon, A.S., i Debacker, G. (1978). A questionnaire for the assessment of leisure time physical activities. *Journal of Chronic Disease*, 31, 741-755.
- Terathongkum, S., i Pickler, R.H. (2004). Relationships among heart rate variability, hypertension, and relaxation techniques. *Journal of Vascular Nursing*, 22, 78-82.
- Thayer, J.F. (2007). What the heart says to the brain (and vice versa) and why we should listen. *Psychological Topics* 16, 2, 241-250.
- Thomas, S., Reading, J., i Shephard, R. J. (1992). Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 17, 338-345.
- Troiano, R. D. (2005). A timely meeting: objective measurement of physical activity. *Medicine and Science in Sports Medicine*, 37, S487-S489.
- Tsuji, H., Larson, M. G., Venditti, F. J. Jr., Manders, E. S., Evans, J. C., Feldman, C. L., i Levy, D. (1996). Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. The Framingham Heart Study. *Circulation*, 94, 2850-2855.
- Tsuji, H., Venditti, F.J., Manders, E.S., Evans, J.C., Larson, M.G., Feldman, C.L., et al (1994). Reduced Heart Rate Variability and Mortality Risk in an Elderly Cohort. The Framingham Heart Study. *Circulation*, 90, 878-883.
- U. S. Department of Health and Human Services (1999). *Promoting physical activity. A guide for community action*. Champaign, Il: Human Kinetics.
- U. S. Department of Health and Human Services (2008). *Physical Activity Guidelines for Americans*. Extret el 27 d'abril de 2010 de <http://www.health.gov/paguidelines/guidelines>.

- Valero, M. (2010). *Efectos de la actividad física sobre la actividad cerebral y la variabilidad de la frecuencia cardiaca en mayores*. Tesis doctoral no publicada, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- Vanderlei, L. C. M., Silva, R. A., Pastre, C. M., Azevedo, F. M., i Godoy, M. F. (2008). Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *41*, 854-859.
- Varlet-Marie, E., Maso, F., Lac, G., i Brun, J. F. (2004). Hemorheological disturbances in the overtraining syndrome. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, *30*, 211-218.
- Varlet-Marie, E., Mercier, J., i Brun, J. F. (2006) Is plasma viscosity a predictor of overtraining in athletes? *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, *35*, 329-332.
- Vilagut, G., Ferrer, M., Rajmil, L., Rebollo, P., Permanyer-Miralda, G., Quintana, J. M., et al. (2005). El cuestionario de salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. *Gaceta Sanitaria*, *19*, 135-150.
- Ware, J. E., Kosinski, M., i Keller, S. D. (1996). A 12-item short-form health survey: Construction of scales and preliminary test of reliability and validity. *Medical Care*, *34*, 220-233.
- Ware, J. E. (2000). SF-36 health survey update. *Spine*, *25*, 3130-3139.
- Weinstein, A. A., Deuster, A. P., i Kop, W. J. (2007). Heart Rate Variability as a Predictor of Negative Mood Symptoms Induced by Exercise Withdrawal. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *39*, 735-741.

6. Referències

- Weinberg, R., i Gould, D. (1996). *Fundamentos de psicología del deporte y el ejercicio físico*. Barcelona: Ariel.
- Weippert, M., Kumar, M., Kreuzfeld, S., Arndt, D., Rieger, A., i Stoll, R. (en premsa). Comparison of three mobile devices for measuring R-R intervals and heart rate variability: Polar S810i, Suunto t6 and an ambulatory ECG system. *European Journal of Applied Physiology*.
- Woods, C., Mutrie, N., i Scott, M. (2002). Physical activity intervention: Intervention designed to help sedentary young adults become active. *Health Education Research, 17*, 451-460.

7. ANNEXOS

7.1. ANNEX I. ARTICLE 1

Pintanel, M., Parrado, E., Siñol, N., Valero, M., i Capdevila, Ll. (2007).

Metodología de evaluación formativa de una intervención para promover la actividad física a nivel comunitario. *Revista de psicología del Deporte*, 16, 25-40.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN FORMATIVA DE UNA INTERVENCIÓN PARA PROMOVER LA ACTIVIDAD FÍSICA A NIVEL COMUNITARIO*

Mònica Pintanel, Eva Parrado, Núria Siñol,** Montse Valero y Lluís Capdevila

METHODOLOGY OF AN EDUCATIONAL ASSESSMENT INTERVENTION TO PROMOTE PHYSICAL ACTIVITY AT THE COMMUNITY LEVEL

KEYWORDS: Exercise psychology, Promotion, Educational assessment, Health.

ABSTRACT: This study was composed of a protocol design and protocol assessment stages in order to develop an intervention that encourages physical activity within the university community. All the stages in the *Educational Assessment Methodology* are explained. 58 female university students responded to the *Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física* (the Physical Activity Skills Questionnaire, also known as the CAA-F), *Autoinforme de Motivos para la Práctica de Ejercicio*

Correspondencia: Mònica Pintanel Bassets. Facultat de Psicologia. Dpt. Psicologia Bàsica, Evolutiva i de l'Educació. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra. E-mail: monica.pintanel@uab.es

* Este trabajo se ha realizado, en parte, gracias a los proyectos de I+D SEJ2005-05113 del Ministerio de Educación y Ciencia y 01/UPB31/04 del Consejo Superior de Deportes, y gracias al reconocimiento de la Generalitat de Catalunya (SGR2005-00318).

** Servei de Psiquiatria. Hospital de Santa Creu i Sant Pau.

— Fecha de recepció: 15 de Diciembre de 2005. Fecha de aceptació: 8 de Mayo de 2007.

Físico (the Motivations for Physical Activities Self-Report, also known as the AMPEF), *Autoinforme de Barreras para la Práctica de Ejercicio Físico* (the Barriers to Physical Exercise Self-Report or the ABPEF) and the *Registro Semanal de Actividad Física* (the Weekly Physical Activity Log or the RSAF) and carried out the *Ruffier-Dickson exercise test and Body mass index* (BMI), *Flexibility test and Strength test*. The results showed that all the questionnaires except the RSAF were reliable in developing the final protocol. The chosen physical fitness tests were: a cycle-ergometre test, body mass index, flexibility test and push-up and sit-up tests; demonstration videos with the correct performance of these physical tests were also filmed.

Introducción

Nuestro grupo de investigación ya empezó su interés por el estudio de los patrones de actividad física de los estudiantes universitarios y la descripción de sus estilos de vida en relación con la práctica de actividad física, con el trabajo de Blasco, Capdevila, Pintanel, Valiente y Cruz (1996). Se encontraron unos índices alarmantes de sedentarismo que tenían su auge en el intervalo de 17-18 años de edad, momento en el que se inician los estudios universitarios y en el que los estudiantes dedican un mayor número de horas al estudio. Los resultados de este y otros estudios informaron que, entre la población universitaria se superaba el 50% la proporción de estudiantes que no realizaba ningún tipo de ejercicio físico (Blasco et al., 1996; Corbella, Cruz, Edo, y Moix, 1988; Pintanel y Capdevila, 1999; Sánchez, García, Landabaso y de Nicolás, 1998), índice que predice el nivel de dedicación en la edad adulta. Otro dato que se obtuvo fue que el grupo de población que hacía menos ejercicio físico era el de las mujeres estudiantes universitarias. Por ello, y con el objetivo de prevenir el sedentarismo en las etapas adultas, el estudio de Pintanel y Capdevila (1999) se centró en estas edades y en las mujeres, para promocionar un estilo de vida activo, basado en la práctica de ejercicio físico regular. Se sistematizó un modelo de intervención que motivara a las participantes sedentarias a

iniciar un comportamiento más activo, aplicándola a una muestra de la facultad de psicología. Esta línea de trabajo, unida a la realidad que constataron Steptoe, Wardle, Fuller, Holte, Justo, Sanderman y Wichstrom (1997) de que España es el segundo país de Europa, después de Portugal, con un nivel de práctica física más bajo con un porcentaje de ejercicio físico del 58% en los hombres, siendo la media europea del 73,2% y, del 36% en mujeres, siendo la media europea del 68,3%, nos hizo plantear la incidencia en la promoción de la actividad física, no sólo en la muestra de estudiantes de psicología, sino también en todos los estamentos representativos de la población universitaria: estudiantes, personal docente e investigador y personal de administración y servicios. La finalidad sería diseñar un programa para la promoción de un estilo de vida más activo a nivel comunitario (Biddle y Mutrie, 2001; U.S.D.H.H.S., 1999). La forma de proceder, debido a los escasos modelos españoles de intervención a este nivel comunitario, fue utilizar una *metodología de evaluación formativa*, que justifica la construcción de programas siguiendo todos los pasos de planificación previos a la implementación: elaboración de protocolos, decisión de pruebas y cuestionarios a tener en cuenta, discusiones de los investigadores y reajuste de los instrumentos al tiempo real de las sesiones de intervención (Hernández, 2001). Esta metodología sirve básicamente para ayudar a la

puesta en marcha del programa, o para mejorar su funcionamiento y sigue una evaluación no lineal de gestión continua donde se interconectan la planificación, la implementación y el control del programa, y donde la evaluación se va realizando a lo largo de todas las fases del proceso (Veney y Kaluzny, 1984). Hernández (2001) clarifica que en cualquier momento se evalúan las necesidades, la forma cómo se actúa, la suficiencia y conveniencia de las acciones emprendidas, los problemas que surgen en el día a día, los tipos de datos que más convienen obtener y los recursos necesarios, entre otros.

Por lo tanto, se expone la elaboración de un protocolo de laboratorio para promover la actividad física, con el diseño paso a paso, con el análisis de la adecuación de los instrumentos a la comunidad universitaria, con la valoración de la temporalidad de la estructura interna de las sesiones y con las decisiones de agregación o no de instrumentos.

Los objetivos del estudio fueron:

- Elaborar un protocolo de laboratorio para la recogida de datos: selección y elección de cuestionarios psicológicos y, de pruebas físicas para la evaluación de la condición física.

- Probar el protocolo de laboratorio: realización de sesiones piloto para poner a punto el protocolo en un contexto comunitario;

- Evaluar y readaptar el protocolo.

Método

Participantes

La muestra está compuesta por 58 mujeres estudiantes de la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), con una media de edad de 19.89 años (DT=1.107). Las estudiantes eran de segundo curso de licenciatura y se solicitó su

participación al inicio de curso. En la fase de reclutamiento se informaba que deberían acudir a dos sesiones en el Laboratorio de Psicología del Deporte para contestar unos cuestionarios y realizar una serie de tests de ejercicio físico, para medir su nivel de condición física. Cada sesión tendría una duración aproximada de una hora. Deberían acudir una vez al inicio de curso y otra al cabo de seis meses.

Material

Cada participante respondía a los siguientes cuestionarios:

Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física (C-AAF), versión de Rodríguez, 1994). Consta de siete ítems dicotómicos (respuesta SI/NO) y tiene el objetivo de identificar la presencia de algún riesgo o problema para la práctica de ejercicio físico. En el caso que se detecte alguno se recomienda una supervisión médica antes de iniciar la práctica. Fue realizado y validado por el Departamento de Salud de Columbia Británica de Canadá en 1975, revisado en 1992, y adaptado al castellano en 1994. Se aplica en la franja de edad de 15 a 69 años.

Cuestionario sobre datos personales, censales y hábito sobre la práctica de ejercicio físico. Consta de once preguntas, tres de las cuales se refieren a la práctica de ejercicio físico: 1) ejercicio que practica en la actualidad; 2) ejercicio físico durante los últimos seis meses y; 3) práctica de ejercicio antes de los seis meses (Capdevila, 2005).

Autoinforme de Motivos para la Práctica de Ejercicio Físico (AMPEF), Adaptación del *Exercise Motivations Inventory*, (EMI-2), Capdevila, Niñerola y Pintanel, 2004). Está compuesto de 51 ítems que se responden según una escala Likert de 0 a 10 puntos, donde valores cercanos a 0 indican “un motivo que refleja poco mi motivación para

hacer ejercicio”, y valores cercanos a 10 indican “un motivo que refleja mucho mi motivación para hacer ejercicio físico”.

Autoinforme de Barreras para la Práctica de Ejercicio Físico (ABPEF), Capdevila, 2005). Este cuestionario consta de 20 ítems, que se responden según una escala Likert de 0 a 10 puntos, donde valores cercanos a 0 indican “una razón poco probable que me impide practicar ejercicio físico las próximas semanas”, y valores cercanos a 10 indican una “razón muy probable que me impide practicar ejercicio físico”.

Medidas de condición física

Cada participante realizaba las siguientes pruebas para la valoración de la condición física (Capdevila, 2005; ACSM, 2003):

Test de Ruffier-Dickson, para evaluar el nivel cardiorrespiratorio (Barbany, 1990). El sujeto realiza treinta flexiones de piernas, en un minuto de tiempo, y mientras se va registrando su frecuencia cardíaca.

Registro continuo de la frecuencia cardíaca mediante pulsómetro telemétrico POLAR S-610. El participante lleva colocado el pulsómetro telemétrico desde el inicio de la sesión hasta el final, y se va efectuando el registro continuo de la frecuencia cardíaca.

Índice de Masa Corporal (IMC), siguiendo criterios de Raich, 2000. Se mide y pesa al sujeto y, se efectúa el cálculo del índice a partir de la siguiente fórmula: $IMC = Kg./m^2$.

Test de flexión del tronco adelante en posición de sentado, para valorar el nivel de flexibilidad (*Sit and Reach Test*, (ACSM), 2003). El participante se sienta en una colchoneta, extiende el tronco hacia delante, y con sus manos señala una cinta métrica que indica el grado de extensión de la flexión.

Test de Fondos, para valorar el nivel de resistencia y fuerza musculares de brazos (*Push-up Test*, (ACSM), 2003). El sujeto se sitúa

boca abajo en la colchoneta, con dos puntos de anclaje, pies y manos apoyados en el suelo y, efectúa elevaciones del tronco estirando totalmente los brazos, hasta llegar al agotamiento.

Test de abdominales, para valorar el nivel de fuerza y resistencia musculares (de creación expresa para la investigación). La ejecución consiste en realizar tantas abdominales como le sea posible, hasta el agotamiento.

Prueba mediante cicloergómetro, para valorar el nivel cardiorrespiratorio (diseñada para la presente investigación). El sujeto pedalea hasta alcanzar su frecuencia cardíaca submáxima y se registra el pulso cardíaco a lo largo de toda la prueba.

Procedimiento

En la Figura 1 se exponen las fases metodológicas de la evaluación formativa efectuada para la elaboración del protocolo de laboratorio, destinado a la implantación de una intervención comunitaria para promover la actividad física.

Fase 1: Diseño del protocolo de laboratorio

En una primera fase, se diseñó un *protocolo de laboratorio* basado en las líneas de actuación del *American College of Sport Medicine* (ACSM), 2003) y Capdevila (2005), que recoge variables psicológicas y de la condición física basales de los participantes, relacionados con distintos aspectos: la aptitud para la actividad física; la autopercepción de la forma física; los motivos para la práctica de actividad física (Capdevila, Niñerola y Pintanel, 2004); las barreras para la práctica de actividad física; el nivel cardiovascular; la composición corporal; el nivel de flexibilidad; y el nivel de fuerza muscular. Se les administró el *Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física* (CAA-F), para descartar posibles problemas médicos que les impidiera realizar las pruebas físicas. Estos tests

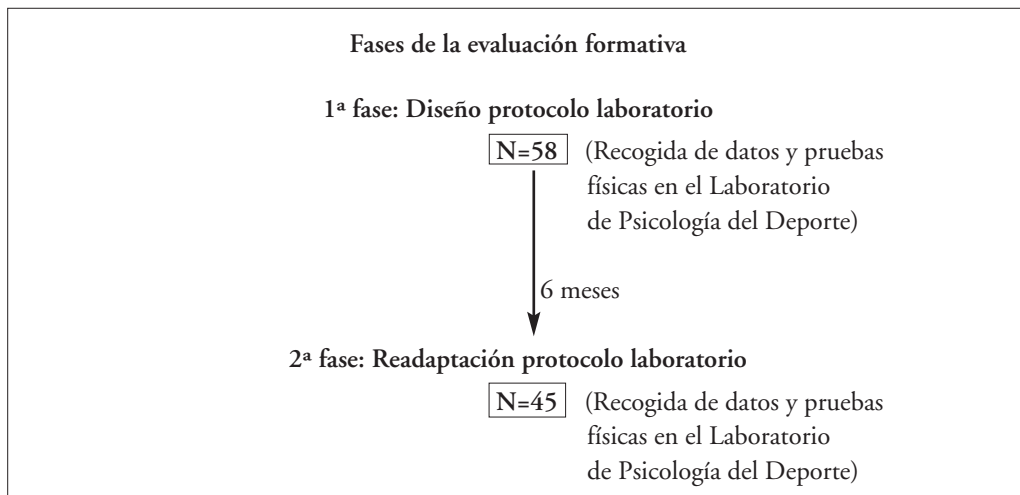


Figura 1. Fases metodológicas de la evaluación formativa.

sirvieron para evaluar el nivel de condición física saludable inicial. Los cuestionarios y las pruebas aplicadas se indican en la Figura 2.

El protocolo de laboratorio escogido para registrar los datos basales de la muestra se probó con $n=58$ mujeres universitarias. Cada sujeto participaba en una sesión individual en el Laboratorio de Psicología del Deporte de la UAB, donde contestaba los cuestionarios descritos en la Figura 2 y, posteriormente, realizaban las pruebas físicas en el mismo orden que aparecen indicadas: Test de *Ruffier-Dickson*, registro del *Índice de Masa Corporal* (IMC), ejecución del *Test de flexión del tronco hacia adelante en posición de sentado* y del *Test de Fondos*. Simultáneamente se efectuaba el *registro continuo de la frecuencia cardiaca*. Con la información basal recogida se obtuvo un perfil aproximado de los participantes en cuanto al nivel de práctica de actividad física y su condición física general. A la vez, permi-

tiría afinar el reajuste de los instrumentos al tiempo real de las sesiones.

Fase 2: Readaptación del protocolo de laboratorio

En esta fase, el equipo de investigadores volvió a debatir qué instrumentos y cuestionarios eran más adecuados para la recogida de información, ya que como se ha indicado, la amplia muestra en la cual se pretendía incidir, requeriría disponer de unas sesiones ágiles y adaptables temporalmente. Recordemos que se partía de un protocolo basado en modelos ya probados en muestras pequeñas y que los objetivos de ésta fase correspondían más a la evaluación de la practicidad y factibilidad del protocolo en una muestra comunitaria. Así, un criterio que se utilizó para readaptar el protocolo fue considerar aquellos cuestionarios que eran de fácil comprensión para los sujetos. Por otra

parte, un criterio temporal, controlando que la administración de todos los tests agrupados no destinara más tiempo de respuesta del optimizado para la sesión. Bajo este último criterio temporal, se descartó el Registro Semanal de Actividad Física (RSAF), que requiere ser rellenado fuera del laboratorio, e implica la contestación a lo largo de una semana. En cuanto a las pruebas físicas, estandarizadas y recomendadas por el *American College of Sport Medicine* (ACSM, 2003), Capdevila (2005) y Rodríguez y Aragonés (1992), se consideró necesario añadir una evaluación del nivel cardiorrespiratorio mediante una prueba de esfuerzo en *cicloergómetro*, dado que los resultados de ejecución de la prueba de *Ruffier-Dickson* dieron pocas diferencias entre sujetos activos e inactivos. También se completó la batería de pruebas con un *Test de Abdominales*, que cubría el vacío del registro de la fuerza y la resistencia de brazos. Otra aportación fue grabar unas *cintas de vídeo* con instrucciones para homogeneizar la ejecución de los

participantes en las pruebas de condición física. Los investigadores coincidieron en observar que los sujetos eran muy irregulares en la ejecución motora y, por lo tanto, se convino grabar unos modelos de demostración que mostraran la correcta realización de los tests. Esto estandarizaba, por un lado, la transmisión de las instrucciones omitiendo el estilo personal de cada investigador al verbalizarlas y, por otro lado, el modelo a imitar. En el caso de la demostración del *Test de Flexibilidad* se mostró la postura inicial previa al estiramiento y la flexión completa de tronco; en el *Test de Fondos* se incluyó un modelo femenino que empezaba la flexión desde las rodillas. En los otros tests, el modelo presentaba los pasos detallados con todos los gestos motores implicados.

Efectuada la evaluación y readaptación del protocolo, se aprobó el nuevo diseño reajustado de *protocolo de laboratorio*. En la Figura 2 se especifica como quedó diseñada la sesión, excluyendo el (RSAF), e incorporando la prueba de cicloergómetro en lugar del *Test*

Protocolos de laboratorio	
Fase 1 (diseño)	Fase 2 (readaptación)
Cuestionarios:	Cuestionarios:
1. C-AAF	1. C-AAF
2. AMPEF (motivos)	2. AMPEF (motivos)
3. ABPEF (barreras)	3. ABPEF (barreras)
4. Cuestionario hábito ejercicio físico	4. Cuestionario hábito ejercicio físico
5. RSAF	
Pruebas de Condición Física:	Pruebas de Condición Física:
1. Test de Ruffier-Dickson	1. Prueba cardiorrespiratoria con cicloergómetro
2. Índice de Masa Corporal	2. Índice de Masa Corporal
3. Test de Flexibilidad	3. Test de Flexibilidad
4. Test de Fondos	4. Test de Fondos
	5. Test de Abdominales
	Vídeo-demostración de las pruebas de condición física

Figura 2. Instrumentos, cuestionarios y pruebas de condición física utilizados durante las Fases 1 y 2 (ACSM, 1998 y Capdevila, 2000).

Ruffier-Dickson, añadiendo el *Test de abdominales* y utilizando los vídeos demostrativos de las pruebas de condición física.

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados de la aplicación del diseño del protocolo de laboratorio, en ambas fases se dividió la muestra en dos grupos según su nivel de práctica de actividad física: *activas* y *no activas*. El criterio de clasificación consistió en considerar *activas* a aquellas participantes que practicaban ejercicio físico en sesiones específicas de más de 20 minutos seguidos, con una frecuencia igual o superior a una vez por semana. En la primera fase las *activas* fueron $n=22$ (37,9%) y las *no activas* $n=36$ (62,1%) y, en la segunda fase se clasificaron $n=17$ (37,8%) *activas* y $n=28$ (62,2%) *no activas*. Se compararon ambos grupos en cada fase para los valores obtenidos en los cuestionarios *AMPEF* y *ABPEF*, así como para cada uno de los resultados de las pruebas físicas mediante un análisis de la varianza.

Resultados

La metodología de evaluación formativa practicada para ir conformando el diseño del protocolo se revisa en cada una de las fases del estudio.

Fase 1

Los dos subgrupos formados en función de la práctica de actividad física son, en general, homogéneos porque no hay diferencias significativas en las variables descriptivas de peso, altura, horas de trabajo y estudio.

En cuanto a los motivos y las barreras registradas con el *Autoinforme de Motivos para la Práctica de Ejercicio Físico* (AMPEF) y el *Autoinforme de Barreras para la Práctica de Ejercicio Físico* (ABPEF), el análisis de la varianza indica que existen diferencias significativas según el nivel de actividad física en los factores referidos a la *diversión* y el *bienestar*

($F=4,77$; $p=.033$), la *agilidad* y la *flexibilidad* ($F=8,23$; $p=.006$), el *desafío* ($F=7,39$; $p=.009$) y en la *puntuación total* ($F=4,00$; $p=.05$). Estas diferencias se dan en el sentido que las participantes activas presentan puntuaciones superiores, para estos factores, que las participantes no activas (ver Figura 3). Con respecto a las barreras, el análisis de la varianza señala que las personas activas (media=2,74; DT=1,42), en total, presentan puntuaciones significativamente inferiores ($F=9,05$; $p=.004$) a las no activas (media=3,88; DT=1,37), así como también puntúan menos en la barrera referida a *falta de motivación* ($F=25,93$; $p<.001$), (consultar la Figura 4).

Respecto a las pruebas de condición física, se valoró la forma física de las participantes activas y las no activas. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre los dos grupos, pero la tendencia es que las activas puntúen más alto en flexibilidad y en fuerza y resistencia musculares. El valor promedio durante la prueba de frecuencia cardíaca (*FC*) de las participantes activas (media=102,99; DT=12,07) es significativamente inferior ($F=4,18$; $p=.047$) que el de las no activas (media=111,59; DT=15,60), (ver Tabla 1). En cambio, el nivel cardiorrespiratorio valorado con el test *Ruffier-Dickson* muestra que no existen diferencias significativas entre ambos grupos.

En cuanto a los resultados obtenidos en el RSAF, se observa que, en general, no existen diferencias significativas entre las activas y las no activas en cuanto a los METs/hora consumidos (unidad de consumo energético por hora) en las actividades diarias. Únicamente se aprecian diferencias en las actividades de desplazamiento ($p=0,029$), en el sentido que las activas presentan un consumo energético superior que las no activas, y para las actividades laborales ($p=0,013$), en el sentido que las no activas tienen un consumo energético superior a las activas (ver Tabla 2).

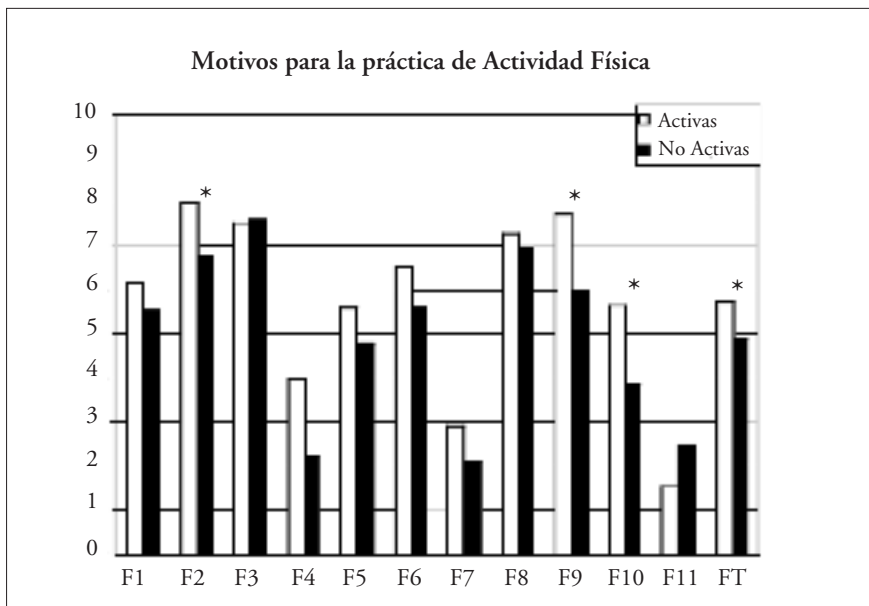


Figura 3. Perfil motivacional según los factores y la puntuación total del AMPEF en la Fase 1. (* $p < 0,05$)

(F1: Peso e imagen corporal; F2: Diversión y bienestar; F3: Prevención y salud positiva; F4: Competición; F5: Afiliación; F6: Fuerza y resistencia muscular; F7: Reconocimiento social; F8: Control del estrés; F9: Agilidad y flexibilidad; F10: Desafío; F11: Urgencias de salud; FT: Total de todos los factores).

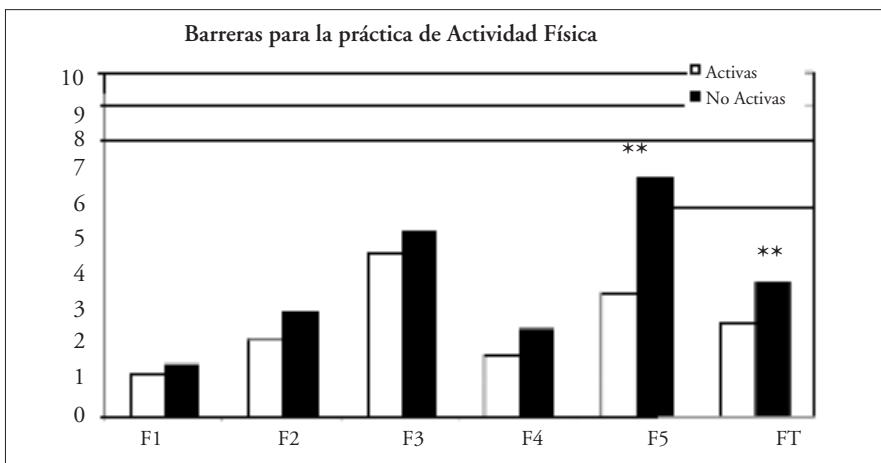


Figura 4. Perfil de las barreras según los factores y la puntuación total del ABPEF en la Fase 1. (** $p < 0,005$)

(F1: Imagen corporal y ansiedad física social; F2: Condición física; F3: Organización; F4: Acceso a las instalaciones; F5: Falta de motivación; FT: Total de todos los factores).

N= 58	Nivel de actividad física	Media	DT	F	P
Flexión (cm.)	Activas	43,55	7,11	0,087	0,769
	No Activas	41,19	8,49		
No. forjadas' min.	Activas	26,82	10,95	0,802	0,442
	No Activas	23,97	9,52		
IMC	Activas	20,77	1,84	1,180	0,282
	No Activas	20,93	2,32		
Índice test R-D	Activas	4,39	2,87	1,088	0,301
	No Activas	4,57	2,51		
FC: Pulso/min.	Activas	107,99	12,07	4,176	0,047
	No Activas	111,59	15,60		

Tabla 1. Nivel de condición física en función del nivel de actividad física de las participantes en la fase 1.

Fase 2

Los resultados referidos a los datos censales evidencian que los grupos siguen siendo homogéneos para todas las variables aunque en esta fase aparecen diferencias significativas respecto al número de horas de trabajo, en el sentido que las participantes no activas trabajan significativamente más horas (media= 4,41; DT=2,07) que las activas (media=2,26; DT=0,87), (F=11,20; p =0.003).

En cuanto a los motivos registrados en esta segunda fase, los resultados nos indican que no existen diferencias significativas según el nivel de actividad física (ver Figura 5). Con respecto a las barreras, el análisis de la varianza señala que las participantes activas continúan presentando puntuaciones signifi-

cativamente más bajas por lo que respecta al factor de *falta de motivación* (F= 7,18; p =0.010), (ver Figura 6).

Respecto a las pruebas de condición física, los resultados van en la misma línea que en la anterior fase. Las participantes no muestran diferencias significativas para ninguno de los componentes valorados en función del nivel de actividad, (flexibilidad, fuerza y resistencia musculares y composición corporal y nivel cardiorrespiratorio), excepto para el valor de la media de la frecuencia cardíaca recogida a lo largo de toda la sesión de laboratorio, en la que las participantes activas (media= 108,32; DT=11,72) continúan presentando un valor de media significativamente inferior (F= 4,26; p=.046) que las no activas (media=115,59; DT=10,35), (ver Tabla 3).

	Nivel de actividad	Media	DT	F	P
Promedio semanal	Activas	1,70	0,15	0,041	0,840
	No activas	1,68	0,21		
	Total	1,69	0,18		
Dormir	Activas	8,15	0,75	1,380	0,250
	No activas	8,52	0,95		
	Total	8,37	0,87		
Desplazamientos	Activas	9,30	3,98	5,787	0,029
	No activas	6,61	2,54		
	Total	7,74	3,44		
Estudio	Activas	6,64	1,27	0,055	0,817
	No activas	6,80	2,31		
	Total	6,73	1,85		
Tareas domésticas	Activas	10,01	3,17	0,695	0,411
	No activas	10,84	2,40		
	Total	10,49	2,71		
Actividad física Intercambiada	Activas	1,78	1,26	2,597	0,132
	No activas	1,17	1,09		
	Total	1,40	1,19		
Actividad laboral	Activas	1,71	1,30	7,088	0,013
	No activas	4,02	3,63		
	Total	2,84	3,18		
Actividad deportiva	Activas	3,15	4,02	0,385	0,540
	No activas	2,40	2,55		
	Total	2,71	3,21		
Otras actividades	Activas	0,65	0,89	0,191	0,666
	No activas	0,04	1,68		
	Total	0,52	1,59		

Tabla 2. Promedio de METs/hora consumidos, para el total semanal y para cada grupo de actividades del Registro Semanal de Actividad Física de las participantes en la Fase 1 (n=13 activas; n=18 no activas).

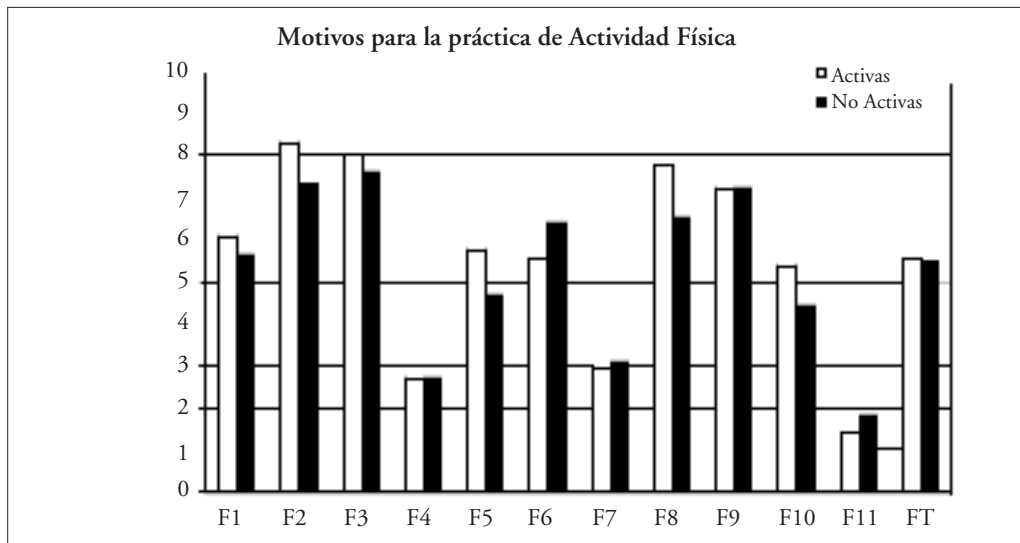


Figura 5. Perfil motivacional según los factores y la puntuación total del AMPEF en la Fase 2. (F1: Peso e imagen corporal; F2: Diversión y bienestar; F3: Prevención y salud positiva; F4: Competición; F5: Afiliación F6: Fuerza y resistencia muscular; F7: Reconocimiento social; F8: Control del estrés; F9: Agilidad y flexibilidad; F10: Desafío; F11: Urgencias de salud; FT: Total de todos los factores).

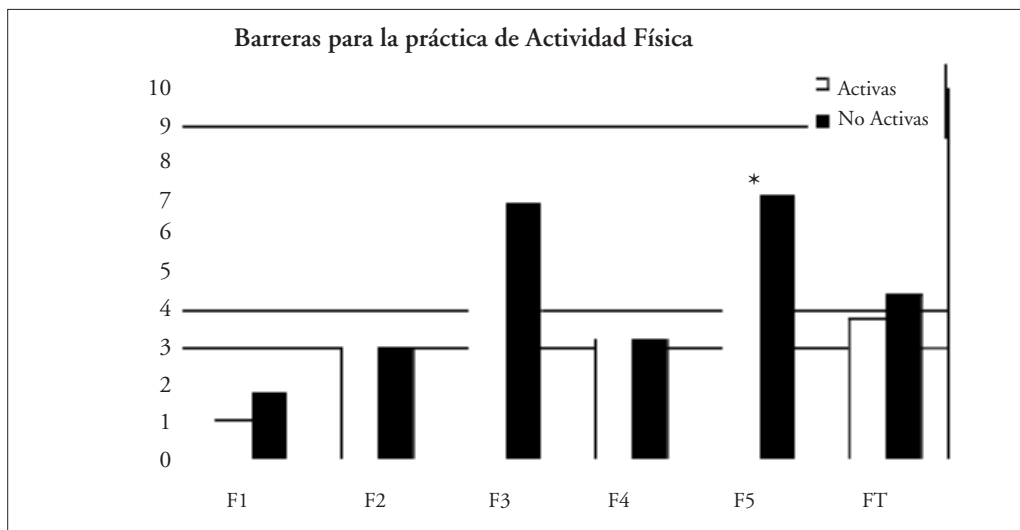


Figura 6. Perfil de las barreras según los factores y la puntuación total del ABPEF en la fase 2. (* $p < 0,05$) (F1: Imagen corporal y ansiedad física social; F2: Condición física; F3: Organización; F4: Acceso a las instalaciones; F5: Falta de motivación; FT: Total de todos los factores).

Nº 37	Nivel de actividad física	Media	DT	F	F'
Tiempo (min.)	Activas	35	10,77	0,000	0,396
	No Activas	47,94	9,82		
Nº pasos/min.	Activas	23,63	5,09	0,000	0,522
	No Activas	25,78	8,01		
IMC	Activas	20,76	1,87	0,000	0,347
	No Activas	21,59	2,39		
Mínimo peso de autoconocimiento	Activas	160,75	35,01	0,407	0,337
	No Activas	167,36	42,83		
-C pulsaciones/min	Activas	108,32	11,72	4,264	0,046
	No Activas	115,59	6,35		
Nº de respiraciones	Activas	30,88	3,97	0,793	0,379
	No Activas	16,55	3,18		

Tabla 3. Nivel de condición física en función del nivel de actividad física en la Fase 2.

Discusión

En cuanto a los cuestionarios administrados, prevaleció el criterio de ajustarlos a la temporalización de la sesión de laboratorio. Los cuestionarios, *Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física* (CAA-F), *Autoinforme de Motivos para el Ejercicio Físico* (AMPEF) y *Autoinforme de Barreras para el ejercicio físico* (ABPEF) resultaron apropiados. Los resultados de motivos y barreras sirvieron para obtener directrices para el diseño de una futura intervención. El hecho de que en ambas fases el grupo de las *no activas* puntúe significativamente más alto en la barrera de *falta de motivación*, nos indica que este es un aspecto relevante a la hora de promover la actividad física entre las personas sedentarias. Por lo tanto, parece más importante la búsqueda de estrategias destinadas a superar esta barrera, que promover la adopción de diferentes motivos (Niñerola et al., 2006).

El Registro Semanal de Actividad Física (RSAF), a pesar que nos aportó información cualitativa válida acerca de la práctica detallada de las participantes, y señaló diferencias respecto del consumo energético entre *activas* y *no activas*, fue descartado del protocolo debido a la vasta dedicación temporal adicional que requería fuera del laboratorio. Suponía una dificultad, el efectuar el cumplimiento por parte del sujeto. De hecho, hubo un 29'31% de sujetos que no lo llegaron a completar.

Respecto a las pruebas de condición física de la Fase 1, se intentó mejorar la ejecución de las mismas ya que, de forma aplicada, en el momento de realizarlas se observó mucha variabilidad individual en el proceder de los sujetos. Se tenía que ir corrigiendo a las participantes en sus posturas y en el asumir un ritmo correcto de los movimientos requeridos. Además, el hecho que los resultados de las pruebas de flexibilidad y fuerza

obtenidos no marcan diferencias entre los sujetos activos y los inactivos, nos hacía pensar que podía haber sido debido a una incorrecta ejecución motora de las pruebas. A partir de tal constatación, se diseñaron y elaboraron unos videos demostrativos para todas las pruebas (prueba de flexibilidad, flexiones de brazos, ejecución cardiorrespiratoria y abdominales) que contenían un modelo vicario a seguir con: las instrucciones del ejercicio, la ejecución paso a paso de las posturas y distintos gestos motores a realizar y, el ritmo a seguir durante la reproducción de los tests de condición física. Estos videos sirvieron de demostración para todos los sujetos y se introdujeron en las sesiones de laboratorio de la Fase 2. Esta inclusión de los modelos supuso una clara estandarización en la ejecución de las pruebas, independientemente de los resultados obtenidos.

Por otro lado, el hecho de no encontrar diferencias significativas en las distintas pruebas físicas, nos hizo plantear la modificación de algunas de ellas. En primer lugar, respecto a la fuerza y la resistencia muscular, en la primera fase se evaluó este componente a través de las flexiones de brazos. El análisis de los resultados nos muestra que no existían diferencias significativas entre activas y no activas. Esto nos hizo pensar que podía deberse a que se evaluaba la fuerza y resistencia musculares en una zona muy específica (el tronco superior), y que no tenía por qué ser representativa a nivel global de este componente de la condición física. Por este motivo, en la Fase 2 decidimos añadir la Prueba de Abdominales que contemplaba otra zona motora. Los resultados concluyeron que tampoco existían diferencias significativas. Por otro lado, las pruebas de flexibilidad y la de composición corporal nos indican que en ninguna de las dos fases existen diferencias significativas

entre los dos grupos. Respecto al nivel cardiorrespiratorio, la prueba de cicloergómetro tampoco parece ser una medida apropiada para evaluar este componente (había substituido al test *Ruffier-Dickson*). Parece que el registro continuo de la frecuencia cardíaca a lo largo de las sesiones es más sensible que el test de *Ruffier-Dickson* o que la prueba de cicloergómetro.

El hecho que los resultados de las pruebas físicas para valorar la condición física saludable que proponen ACSM (2003) y Capdevila (2005) no presenten diferencias significativas entre las participantes activas y las no activas nos pueden llevar a diversas explicaciones. De una parte, pueden haber tenido influencia las características particulares de la muestra escogida, ya que se trata de población femenina universitaria con una media de edad de 19,9 años, en la primera fase, y 20,9 años en la segunda, y conforman un sector joven que, en términos generales, presenta valores saludables en su condición física. Recordemos que han abandonado la práctica de ejercicio físico hace pocos años (obligatoriedad hasta la educación secundaria), con lo cual pueden mantener unos valores muy aceptables de forma física (Blasco et al. 1996). En este sentido, deberían tenerse en cuenta otras características de los participantes como los determinantes psicosociales (Vandelandotte y De Bourdeaudhuij, 2003), la etapa de estado de cambio en que se encuentran los sujetos (Dearden y Sheahan, 2002; Marcus, Banspach, Lefebvre, Rossi, Carleton, y Abrams, 1992) y los motivos de práctica (Pavón, Moreno, Gutiérrez y Sicilia, 2003). Además, a la hora de preguntar sobre el hábito de práctica física-deportiva deberían ponerse más énfasis en el tipo, la duración, la intensidad de esta práctica y el lugar de realización (Sánchez-Barrera, Pérez y Godoy, 1995). Principalmente se ha tenido en cuenta

la frecuencia en la que se practicaba, pero es complejo analizar en detalle qué es lo que hacían durante estas sesiones aplicadas de ejercicio. Este hecho puede ayudarnos a explicar el porqué, en general, no se dan diferencias significativas entre los dos grupos en la mayoría de las pruebas. Quizás nuestras participantes realicen deportes en los que se potencia el componente cardiovascular, pero en cambio la flexibilidad y la fuerza muscular abdominal y de los brazos no se potencien tanto.

El hecho de haber realizado la evaluación formativa, previamente a la intervención, ha permitido detectar las variables relevantes a la hora de diseñar una investigación adecuada para promocionar la actividad física a nivel comunitario. Siguiendo la propuesta de otros

autores, merece la pena llevar a cabo un estudio personalizado de los motivos y las barreras hacia la práctica de ejercicio físico y, de los objetivos concretos de promoción y de la condición física saludable, además de la asignación de la etapa de cambio (Inglede, Markland, y Medley, 1997; Marcus, Banspach, Lefebvre, Rossi, Carleton y Abrams, 1992; Matsumoto y Takenaka, 2004). También se debe contemplar la realización de una prescripción de ejercicio individualizada (Anderson, Burke y Pearl, 1994; Carmichael y Burke, 1997; Sölvborn, 1982), e informar sobre pautas de promoción de un estilo de vida más saludable para aplicar en la vida cotidiana, basándonos en propuestas como la de Guillén-García, Castro y Guillén-García (1997) o Márquez (1995).

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN FORMATIVA DE UNA INTERVENCIÓN PARA PROMOVER LA ACTIVIDAD FÍSICA A NIVEL COMUNITARIO

PALABRAS CLAVE: Psicología del ejercicio, Promoción, Evaluación formativa, Salud.

RESUMEN: El estudio se compuso de una etapa de diseño y una de evaluación de un protocolo de laboratorio, para realizar una futura intervención, para la promoción de la actividad física a nivel comunitario. Se explican todos los pasos de la metodología de evaluación formativa llevada a cabo. Las participantes fueron 58 estudiantes universitarias que completaron el *Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física (CAA-F)*, el *Autoinforme de Motivos para la Práctica de Ejercicio Físico (AMPEF)*, el *Autoinforme de Barreras para la Práctica de Ejercicio Físico (AMBEF)* y el *Registro Semanal de Actividad Física (RSAF)* y, ejecutaron las pruebas de condición física siguientes: *Test de Ruffier-Dikson*, *Índice de masa corporal (IMC)*, *test de flexibilidad* y *test de fondos*. Los resultados indicaron que los cuestionarios fueron adecuados para estructurar el protocolo definitivo, excepto el *RSAF*. Y las pruebas de condición física elegidas fueron: el cicloergómetro, el *IMC*, los tests de flexibilidad, fondos, abdominales y unos videos demostrativos.

METODOLOGÍA DE AVALIAÇÃO FORMATIVA DE UMA INTERVENÇÃO PARA PROMOVER A ACTIVIDADE FÍSICA A NIVEL COMUNITÁRIO

PALAVRAS-CHAVE: Psicología do exercício, Promoção, Avaliação formativa, Saúde.

RESUMO: Este estudo tem um delineamento e um protocolo de avaliação cujo objectivo é desenvolver uma intervenção para a promoção da actividade física numa comunidade universitária. Explicam-se todos os passos da Metodologia de Avaliação Formativa levada a cabo. As participantes foram 58 estudantes universitárias que completaram o *Questionário de Aptidão para a Actividade Física (CAA-F)*, o *Auto-registo de Motivos para a Prática de Exercício Físico (AMPEF)*, o *Auto-registo de Barreiras para a Prática de Exercício Físico (AMBEF)*, o *Registo Semanal de Actividade Física (RSAF)* e executaram as provas de condição física seguintes: *Teste de Ruffier-Dikson*, *Índice de massa corporal (IMC)*, *teste de flexibilidade e teste de força*. Os resultados indicaram que todos os questionários foram fiáveis para estruturar o protocolo definitivo, com excepção do *RSAF*. As provas de condição física escolhidas foram: o teste do cicloergómetro, o *IMC*, os testes de flexibilidade e de força. Posteriormente foram elaborados uns vídeos didácticos relativos à correcta execução destes testes físicos.

Referencias

- American College of Sports Medicine (ACSM) (2003). *ACSM Fitness Book*. Champaign, Il.: Human Kinetics.
- Anderson, B., Burke, E. R. y Pearl, B. (1994). *Estar en forma*. Barcelona: Oasis.
- Barbany, J. R. (1990). *Fundamentos de fisiología del ejercicio y del entrenamiento*. Barcelona: Barcanova Temas Universitarios.
- Biddle, S. y Mutrie, N. (2001). *Psychology of physical activity. Determinants, wellbeing and interventions*. London: Routledge.
- Blasco, T., Capdevila, Ll., Pintanel, M., Valiente, L. y Cruz, J. (1996). Evolución de los patrones de actividad física en estudiantes universitarios. *Revista de Psicología del Deporte*, 9-10, 51-63.
- Capdevila, Ll. (2005). *Actividad física y estilo de vida saludable*. Girona: Documenta Universitaria.
- Capdevila, Ll., Niñerola, J. y Pintanel, M. (2004). Motivación y actividad física: el autoinforme de motivos para la práctica de ejercicio físico (AMPEF). *Revista de Psicología del Deporte*, 13, 55-74.
- Carmichael, C. y Burke, E. R. (1997). *Bicicleta, salud y ejercicio*. Barcelona: Paidotribo.
- Corbella, E., Cruz, J., Edo, S. y Moix, J. (1988). Pautas de actividad física y salud en una muestra universitaria. En J. Santacreu (Ed.). *Modificación de conducta y psicología de la salud* (pp. 519-528). Valencia: Promolibro.
- Dearden, J. S. y Sheahan, S. L. (2002). Counseling middle-age women about physical activity using the stages of change. *Journal of American Academy Nursery Practice*, 14, 492-497.
- Guillén-García, F., Castro, J. y Guillén-García, M. A. (1997). Calidad de vida, salud y ejercicio físico: una aproximación al tema desde una perspectiva psicosocial. *Revista de Psicología del Deporte*, 12, 91-107.
- Hernández, A. (2001). Un cuestionario para evaluar la calidad en programas de actividad física. *Revista de Psicología del Deporte*, 10, 179-196.
- Ingledeu, D. K., Markland, D. y Medley, A. R. (1997). Exercise motives and stages of change. *Journal of Health psychology*, 3 (4), 477-489.
- Marcus, B. H., Banspach, S. W., Lefebvre, R. C., Rossi, J. S., Carleton, R. A. y Abrams, D.B. (1992). Using the stages of change model to increase the adoption of physical activity among community participants. *American Journal of Health Promotion*, 6 (6), 424-429.
- Márquez, S. (1995). Deporte, salud y actividad física. *Actas del V Congreso Nacional de Psicología del Deporte*. Valencia.
- Matsumoto, H. y Takenaka, K. (2004). Motivational profiles and stages of exercise behavior change. *International Journal of Sport and Health Science*, 2, 89-96.
- Niñerola, J., Capdevila, Ll. y Pintanel, M. (2006). Barreras percibidas y actividad física: el autoinforme de barreras para la práctica de ejercicio físico. *Revista de Psicología del Deporte*, 15, 53-69.
- Pavón, A., Moreno, J. A., Gutiérrez, M. y Sicilia, A. (2003). La práctica físico-deportiva en la universidad. *Revista de Psicología del Deporte*, 12, 39-54.
- Pintanel, M. y Capdevila, Ll. (1999). Una intervención motivacional para pasar del sedentarismo a la actividad física en mujeres universitarias. *Revista de Psicología del Deporte*, 8, 53-66.

- Prochaska, J. O. y DiClemente, J. D. (1992). In search of how people change: Applications to addictive behaviour. *American Psychology*, 47 (9), 1002-1114.
- Raich, R. M. (2000). *Imagen corporal*. Madrid: Pirámide.
- Rodríguez, F. A. (1994). Qüestionari d'aptitud per a l'activitat física. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 31, 309-310.
- Rodríguez, F. A. y Aragonés, M. T. (1992). Valoración funcional de la capacidad de rendimiento físico. En J. González (Ed.), *Fisiología de la actividad física y del deporte* (pp. 237-278). Madrid: Interamericana-McGraw/Hill.
- Sánchez, A., García, F., Landabaso, V. y de Nicolás, L. (1998). Participación en actividad física de una muestra universitaria a partir del modelo de las etapas de cambio en el ejercicio físico: un estudio piloto. *Revista de Psicología del Deporte*, 7, 233-245.
- Sánchez-Barrera, M., Pérez, M. y Godoy, J. (1995). Patrones de actividad física en una muestra española. *Revista de Psicología del Deporte*, 7-8, 51-71.
- Sölveborn, S. A. (1982). *Stretching*. Barcelona: Martínez Roca.
- Stephoe, A., Wardle, J., Fuller, R., Holte, A., Justo, J., Sanderman, R. y Wichstrom, L. (1997). Leisure-time physical exercise: prevalence, attitudinal correlates and behavioral correlates among young Europeans from 21 countries. *Preventive Medicine*, 26, 845-854.
- U. S. Department of Health and Human Services (1999). *Promoting physical activity. A guide for community action*. Champaign, IL.: Human Kinetics.
- Vandelanotte, C. y De Bourdeaudhuij, I. (2003). Acceptability and feasibility of a computer-tailored physical activity intervention using stages of change: project FAITH. *Health Education Research*, 18, 304-317.
- Veney, J. E., y Kaluzny, A. D. (1984). *Evaluation and decision making for health services programs*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.

7.2. ANNEX II. ARTICLE 2.

Parrado, E., Cervantes, J.C., Ocaña, M., Pintanel, M., Valero, M., i Capdevila, Ll. (2009). Evaluación de la conducta activa: el Registro Semanal de Actividad Física (RSAF). *Revista de psicología del Deporte*, 18, 197-216.

EVALUACIÓN DE LA CONDUCTA ACTIVA: EL REGISTRO SEMANAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (RSAF)¹

Eva Parrado, Julio César Cervantes*, Marta Ocaña*, Mònica Pintanel*,
Montse Valero* y Lluís Capdevila*

ASSESSING PHYSICAL ACTIVITY: THE WEEKLY PHYSICAL ACTIVITY LOG (RSAF)

KEY WORDS: Daily physical activity, Self-report, METs, Fitness.

ABSTRACT: The aim of this study was to propose the Weekly Physical Activity Log (RSAF in Spanish) to assess physical activity behaviour in adults. To this end, 132 adults (mean = 28.53 years; SD = 11.20) completed the RSAF. The energy expenditure (METs) of daily physical activities was obtained for a week and the percentile scores were calculated in terms of gender and age. The energy expenditure data were compared with the physical activity level and measures of fitness. The results show that active participants tend to have higher energy expenditure level than non-active participants, and the correlation between aerobic fitness and average weekly energy consumption is significant. These results show that the RSAF is useful and suitable for assessing daily physical activity and fitness in adults.

Correspondencia: Eva Parrado Romero. Departament de Psicologia Bàsica, Evolutiva i de l'Educació. Facultat de Psicologia. Edifici B. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra (Barcelona). E-mail: eva.parrado@uab.cat

¹ Este trabajo se ha realizado con el apoyo del MEC (DEP2006-56125-C03/PREV; PSI2008-06417-C03-01/PSIC; del Departament d'Educació y Universitats de la Generalitat de Catalunya y el Fondo Social Europeo.

* Departament de Psicologia Bàsica, Evolutiva i de l'Educació. Facultat de Psicologia. Universitat Autònoma de Barcelona.

— Fecha de recepción: 11 de Abril de 2008. Fecha de aceptación: 15 de Mayo de 2009.

Al igual que en otros países desarrollados, en las últimas décadas, en nuestro país se ha constatado un elevado grado de sedentarismo entre la población (Sánchez-Barrera y Godoy, 1995; Blasco, Capdevila, Pintanel, Valiente y Cruz, 1996; Capdevila, Pintanel, Valero, Ocaña y Parrado, 2007). Factores como la industrialización y los avances tecnológicos han facilitado que se haya producido un efecto de *sedentarización* de las actividades físicas cotidianas (AFC), substituyendo actividades con requerimientos físicos de intensidades moderadas o vigorosas por actividades más sedentarias y mecánicas de intensidades bajas o muy bajas. Por otro lado, existen múltiples evidencias de que el sedentarismo es un factor de riesgo en el desarrollo de trastornos crónicos y agudos, tales como los trastornos cardiovasculares, hipertensión arterial, ciertos tipos de cáncer, diabetes mellitus, osteoporosis, artritis y sobrepeso y obesidad (Capdevila, 2005) y de que el mantenimiento de un estilo de vida activo es un factor protector (Paffenbarger, Hyde, Wing, Dexter, Jung y Kampert, 1993; Pate, Pratt, Blair, Haskell, Macera, Bouchard et al., 1995; USDHHS, 1999; Capdevila, 2005). De acuerdo con esto, múltiples organizaciones relacionadas con la práctica de actividades físico-deportivas y con la salud pública como el American College of Sports Medicine (ACSM; 2003), los Centers for Disease Control and Prevention (CDC; 2006), el U.S. Department of Health and Human Services (USDHHS, 1999) y la World Health Organization (WHO, 2003) recomiendan la práctica regular de actividad física; pero, en cambio, aún existe desacuerdo acerca del volumen mínimo y/o la cantidad óptima para obtener beneficios para la salud (Warburton, Nicol y Bredin, 2006). Por ello, disponer de un instrumento válido que nos

permita cuantificar y estimar la intensidad de las AFC es un objetivo principal en el ámbito de las ciencias de la salud y del ejercicio físico y el deporte.

Existen diferentes métodos para la valoración de las AFC, siendo los cuestionarios el método que más se ha utilizado por tratarse del más viable a la hora de evaluar la cantidad (frecuencia y duración) y la intensidad (unidades de consumo energético), especialmente en estudios con muestras amplias o en estudios epidemiológicos, sobre todo, por el bajo coste, la simplicidad y la sencillez en la administración del instrumento. Se han desarrollado una gran variedad de cuestionarios y de modelos de entrevistas, entre los que destacan el *Minnesota Leisure Time Physical Activity* (Taylor, Jacobs, Schucker, Knudsen, León y Debacker, 1978) y el *7-Day Physical Activity Recall* (Blair, Haskell, Ho, Paffenbarger, Vranizan, Farquhar et al., 1985), ampliamente utilizados y validados en poblaciones diversas (Carmona, Grande y Blasco, 1988; Gázquez, Martí, Roura, Blasco y Capdevila, 1992; Elosua, Elosua, Marrugat, Molina, Pons, Pujol y el equipo de investigadores MARATHOM, 1994; Philippaerts y Lefevre, 1998; Elosua, García, Aguilar, Molina, Covas y Marrugat, 2000; Duncan, Sydeman, Perri, Limacher y Martin, 2001; Philippaerts, Westerterp y Lefevre, 2001; Richardson, Ainsworth, Jacobs y Leon, 2001; Conway, Irwin y Ainsworth, 2002; Conway, Seale, Jacobs, Irwin y Ainsworth, 2002), aunque en población española existen muy pocos estudios, siendo su uso escaso (Tuero, Márquez y de Paz, 2000). Pero la principal problemática que presentan estos cuestionarios es que basan su medición en una valoración retrospectiva de la intensidad, duración y frecuencia de las AFC, de manera que se producen errores de sobreestimación

de las actividades físicas deportivas y una infravaloración de las AFC (Shephard, 2003). Del mismo modo, se trata de un método que valora las AFC a partir de la estimación subjetiva de los participantes de las actividades físicas que han realizado, de manera que la validez y fiabilidad de los datos recogidos puede verse afectada. Por otro lado, a la hora de calcular el consumo energético (Kcal./min. o METs) de las AFC, se utilizan extensos y complejos compendios de actividades realizados a partir de poblaciones específicas como la población masculina adulta norteamericana (Ainsworth, Haskell, Whitt, Irwin, Swartz, Strath et al., 2000), dificultando la generalización de los datos a poblaciones con otras características socio-demográficas.

En este sentido, el *Registro Semanal de Actividad Física* (RSAF) elaborado por Capdevila (2005), basándose en el *Minnesota Leisure Time Activities* y el *7 Day Recall*, se basa en la medida diaria de las AFC, durante una semana, recogiendo cada actividad a tiempo real. Por otro lado, el RSAF propone un compendio de actividades reducido que comprende todas las actividades cotidianas, adaptadas a las actividades de nuestra sociedad, basado en los compendios ya existentes (Ainsworth et al, 2000).

El objetivo de este estudio es proponer el *Registro Semanal de Actividad Física* (RSAF) como un instrumento útil y adecuado para evaluar detalladamente la conducta activa en adultos. Se pretende comprobar si el RSAF discrimina entre personas activas y sedentarias, y si sus resultados se relacionan con el nivel de condición física. También se pretende determinar sus posibilidades a la hora de clasificar las actividades físicas y deportivas según el consumo energético.

Método

Participantes

La muestra estaba formada por 132 personas (103 mujeres y 29 hombres), con una media de edad de 28,53 años (DT= 11,20) y un rango entre 18 y 60 años. Un 23,5 % de la muestra eran estudiantes universitarios que acudían presencialmente a la universidad, y el 76,5 % restante eran participantes en cursos universitarios realizados a distancia. Todos ellos participaron voluntariamente en el estudio bajo consentimiento informado.

Material

Para realizar el estudio se han utilizado los siguientes instrumentos:

Cuestionario de Datos Personales y de Práctica de Ejercicio Físico. Recoge la edad, el género, el peso, la altura y el nivel de práctica de ejercicio físico. A partir de este último ítem se clasifica a los participantes en *activos* (personas que participaban en actividades deportivas o en programas de ejercicio físico de una duración mínima de 30 minutos por día y que se realizaban al menos 3 días por semana) y *no activos* (todas las personas que no cumplían el criterio de activo).

Registro Semanal de Actividad Física (RSAF, Capdevila, 2005), Recoge todas las actividades diarias que realiza una persona durante una semana, teniendo en cuenta la ubicación temporal y la duración de cada actividad, con una sensibilidad temporal de 15 minutos. Consta de 7 hojas de registro que permiten recoger la información para cada día de la semana (Anexo I). La anotación de las actividades se realiza de acuerdo a unos códigos que se corresponden con un valor determinado de consumo energético

(en METs), y que, a la vez, están agrupadas en 8 categorías: *Dormir, Desplazamientos, Estudio, Tareas Domésticas, Actividad Física Ligera Indeterminada, Actividad Laboral, Actividad Deportiva, Otras Actividades* (Anexo II). Hay que tener en cuenta que se ha considerando que el consumo energético en reposo (equivalente a 1 MET/h) corresponde a la actividad de *Dormir*. Al final de la semana se realiza el recuento del tiempo destinado a cada actividad y se calcula el consumo energético correspondiente, obteniendo el valor promedio final de METs consumidos en una semana típica (TS) y pudiéndose calcular también los METs para cada día de la semana (PD), cada hora del día o para cada actividad (PH; Anexo III).

Tests de condición física, que permiten valorar cuatro componentes de la condición física relacionados con la salud:

Test de Ruffier Dickson (Barbany, 1996; Capdevila, 2005), para la valoración de la condición física cardiorrespiratoria. El test consiste en la realización de 30 flexiones de piernas en un tiempo exacto de 45 segundos. A partir del registro de la frecuencia cardíaca en reposo (FCR), previo a la realización del test y el registro de la frecuencia cardíaca en los 15 y los 60 segundos posteriores a la realización del test (FC15 y FC60, respectivamente) se calcula el Índice de Ruffier- Dickson, a partir de la fórmula: $[(FC15-70) + (FC60-FCR)]/10$, indicador de la resistencia cardíaca al esfuerzo y la capacidad de recuperación cardíaca.

Test "Push-up" o test de "fondos" (ACSM, 2003), para la valoración de la fuerza y la resistencia musculares a través del recuento del número máximo de flexiones de brazos que una persona puede realizar de manera correcta e ininterrumpidamente, sin limitación de tiempo.

Test "Sit and Reach" o de "flexión del cuerpo hacia delante" (ACSM, 2003), para la valoración de la flexibilidad, a través de la flexión máxima hacia adelante del tronco en posición sentada, con los pies apoyados en el suelo y las piernas completamente estiradas, extendiendo los brazos, llevándolos lo más lejos posible, realizando tres intentos. Se contabilizó el mayor de los tres intentos, en cuanto al número de centímetros alcanzados en la flexión.

Índice de Masa Corporal (IMC; ACSM, 2003), para la valoración de la composición corporal a partir de la altura y el peso $[IMC = \text{peso}/m^2 \text{ (altura)}]$.

Procedimiento

Los datos fueron recogidos en base a un protocolo estricto (Capdevila, 2005), siguiendo las directrices marcadas por el ACSM (2003) en el caso de las pruebas de condición física. El protocolo consistió, en una primera sesión, en la que los participantes, supervisados por el tutor, rellenaban en su casa el *Cuestionario de Datos Personales y de Práctica de Ejercicio Físico* y eran instruidos por el tutor para la correcta cumplimentación del RSAF y llevar a cabo el registro de las actividades físicas realizadas durante la siguiente semana. Pasada la semana, en una segunda sesión, cada participante entregaba el RSAF al tutor, que revisaba la correcta cumplimentación. En esta misma sesión, el tutor valoraba la condición física del participante mediante los tests de condición física. (Figura 1).

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se ha utilizado el paquete estadístico SPSS en su versión 15.0 para Windows. Se ha aplicado la prueba de Kolmogorov-Smirnov y se ha

comprobado que todas las variables cuantitativas estudiadas se ajustan a una distribución normal. Para analizar la relación entre los resultados de las pruebas de condición física y el gasto energético en las diferentes actividades evaluadas se ha aplicado la prueba de correlación de Pearson. Se ha utilizado el

análisis de la varianza (ONEWAY) para analizar las diferencias entre activos y no-activos, comprobándose en todos los casos la homogeneidad de las varianzas. Finalmente, se ha descrito el consumo promedio de MET/h a la semana en función de la edad y de los percentiles.

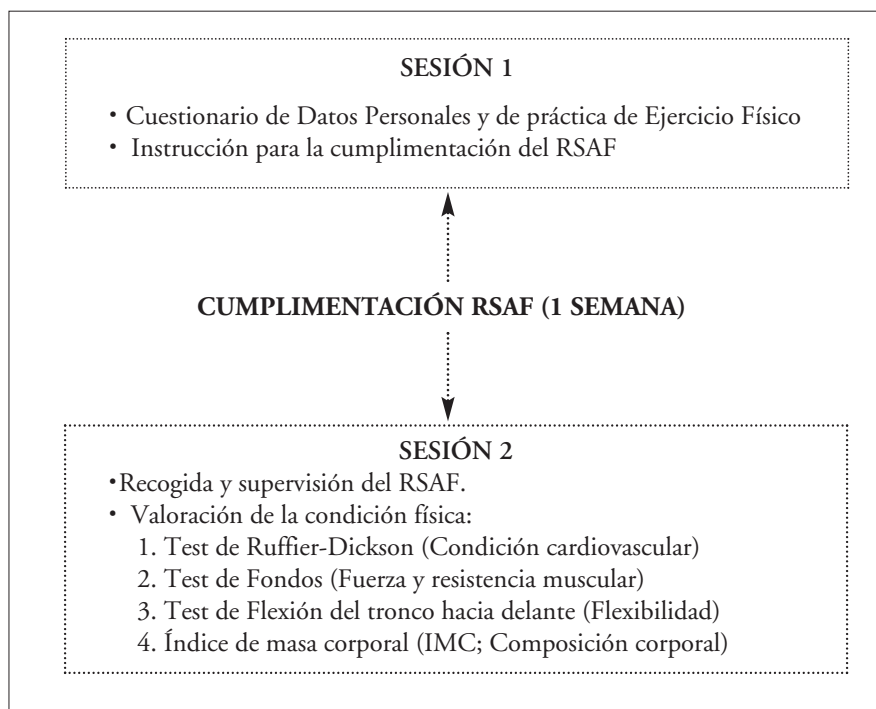


Figura 1. Procedimiento de la recogida de datos del estudio.

Resultados

Descriptivos

En la Tabla 1 pueden observarse los estadísticos descriptivos correspondientes a la edad, al valor promedio de METs/hora consumidos en el global de la semana y de los METs/día

consumidos en cada tipología de actividad, y los resultados obtenidos en las pruebas de condición física. El valor en METs/día hace referencia a la acumulación del consumo energético total del día (en METs), para cada categoría de actividades correspondiente al promedio diario (PD) del RSAF (Anexo II).

Variables	Mujeres (n=103) Media (DT)	Hombres (n=29) Media (DT)	Total (n=132) Media (DT)
Edad (años)	28,10 (11,47)	30,03 (10,2)	28,53 (11,20)
Promedio a la semana (MET/h)	1,75 (0,22)	1,81 (0,30)	1,76 (0,24)
Dormir (MET/día)	8,40 (0,97)	8,37 (0,76)	8,40 (0,92)
Desplazamientos (MET/día)	7,01 (3,64)	5,83 (3,01)	6,75 (3,53)
Estudio (MET/día)	3,83 (3,51)	1,94 (3,04)	3,42(3,50)
Tareas domésticas (MET/día)	12,92 (5,82)	10,41 (3,61)	12,37 (5,50)
Actividad Física Ligera Indeterminada (MET/día)	1,38 (1,66)	1,27 (2,37)	1,36 (1,83)
Actividad Laboral (MET/día)	6,47 (6,77)	13,76 (8,91)	8,07 (7,86)
Actividad Deportiva (MET/día)	1,98 (2,53)	1,88 (3,45)	1,96 (2,74)
Otras actividades (MET/día)	0,31 (1,07)	0,23 (0,94)	0,30 (1,04)
Índice de Ruffier- Dickson	4,79 (2,55)	4,24 (1,87)	4,67 (2,42)
Número de flexiones de brazos	19,21 (11, 08)	22,59 (11,12)	19,95 (1,14)
Flexibilidad (cm)	41,31 (10,01)	33,81 (12,25)	39,66 (10,95)
IMC (Kg/m ²)	22,76 (3,83)	25,20 (3,81)	23,30 (3,94)

Tabla 1. Descriptivos de la edad, los METs/hora consumidos en el promedio semanal, METs/día consumidos en cada categoría de actividades del RSAF y los valores de condición física.

RSAF y nivel de Actividad Física

Para determinar si existían diferencias significativas en función del nivel de práctica de actividad física se clasificaron los participantes en dos categorías, *activos* y *no activos*, considerando como *activos* a las personas que participaban en actividades deportivas o en programas de ejercicio físico de una duración mínima de 30 minutos por día y que se realizaban al menos 3 días por semana. Un análisis de la varianza (ONEWAY) muestra que existe una tendencia a la significación ($p=0,067$) respecto al valor promedio semanal de METs/hora, en el sentido que las personas *activas* (1,88 MET/h; DT= 0,27) tienden a

presentar un consumo energético superior a las *no activas* (1,75 MET/h; DT= 0,23). No existen diferencias significativas en el consumo energético en METs/día durante los días de la semana, excepto para el Martes, donde las personas *activas* (1,91 MET/h; DT= 0,37) presentan un consumo energético superior a las *no activas* (1,73 MET/h; DT= 0,31). Por otro lado, se observan diferencias significativas respecto al tipo de actividades que se realizan, en el sentido que las personas *activas* presentan un consumo energético (METs/día) superior para las actividades de *Estudio* ($p=0,026$) y las *Actividades Deportivas* ($p < 0,001$) (Tabla 2).

Actividades RSAF		Media (METs/día)	Desv. típ.	F	P
Dormir	Activo	8,34	0,78	0,047	0,828
	No activo	8,40	0,94		
Desplazamientos	Activo	6,22	2,31	0,324	0,570
	No activo	6,81	3,64		
Estudio	Activo	5,46	3,57	5,073	0,026
	No activo	3,19	3,43		
Tareas domésticas	Activo	11,22	6,29	0,626	0,430
	No activo	12,50	5,42		
Actividad Física	Activo	1,52	1,25	0,117	0,733
Ligera Indeterminada	No activo	1,34	1,88		
Actividad Laboral	Activo	7,65	10,29	0,040	0,841
	No activo	8,12	7,60		
Actividad Deportiva	Activo	4,72	3,98	16,368	<0,001
	No activo	1,66	2,41		
Otras actividades	Activo	0,20	0,40	0,114	0,736
	No activo	0,31	1,09		

Tabla 2. Comparación del consumo energético (METs/día) para cada grupo de actividades en función del nivel de actividad (activos: n= 13; no activos: n= 119).

RSAF y nivel de condición física

Se ha analizado la correlación de Pearson de los resultados en las pruebas de condición física con el consumo energético promedio semanal (METs/hora) y con el consumo energético para cada categoría de actividades del RSAF (METs/día). Se observa una correlación negativa significativa del Índice de Ruffier-Dickson con el consumo energético promedio semanal ($p= 0,022$); una correlación positiva de las flexiones de brazos con los METs correspondientes a la actividad de *Estudio* ($p < 0,001$) y a las *Actividades Deportivas* ($p < 0,001$), y una correlación negativa con los METs correspondientes a las *Tareas*

Domésticas ($p= 0,001$); una correlación positiva del IMC con los METs de las *Actividades Laborales* ($p= 0,023$) y de *Estudio* ($p < 0,001$) y negativa con los METs de las *Actividades Deportivas* ($p= 0,003$); y una correlación positiva de la flexibilidad con los METs de *Estudio* ($p= 0,042$) y negativa con los METs de *Otras Actividades* ($p= 0,047$) (Tabla 3).

RSAF y consumo energético en centiles

En las Tablas 4 y 5 se muestran los percentiles del consumo energético promedio semanal (METs/hora), en función del género y de la edad de los participantes.

Test	Dormir	Despl.	Estudio	T. Domes.	Act. Fis Indeter.	Act laboral	Act activ.	Otras deport.	Promedio semanal
Índice									
Ruffier	$r= 0,137$	$r= 0,059$	$r= -0,005$	$r= -0,052$	$r= -0,085$	$r= -0,110$	$r= -0,089$	$r= 0,105$	$r= -0,200$
Dickson	(NS)	(NS)	(NS)	(NS)	(NS)	(NS)	(NS)	(NS)	($p= 0,022$)
Test de fondos	$r= -0,003$	$r= 0,101$	$r= 0,380$	$r= -0,280$	$r= 0,007$	$r= -0,111$	$r= 0,324$	$r= -0,129$	$r= 0,004$
	(NS)	(NS)	($p < 0,001$)	($p= 0,001$)	(NS)	(NS)	($p < 0,001$)	(NS)	(NS)
IMC	$r= 0,106$	$r= -0,020$	$r= -0,396$	$r= 0,157$	$r= 0,097$	$r= 0,198$	$r= -0,261$	$r= 0,108$	$r= 0,100$
	(NS)	(NS)	($p < 0,001$)	(NS)	(NS)	($p= 0,023$)	($p= 0,003$)	(NS)	(NS)
Test de flexibilidad	$r= -0,123$	$r= 0,041$	$r= 0,177$	$r= -0,011$	$r= -0,008$	$r= -0,089$	$r= 0,162$	$r= -0,173$	$r= 0,033$
	(NS)	(NS)	($p= 0,042$)	(NS)	(NS)	(NS)	(NS)	($p= 0,047$)	(NS)

Tabla 3. Correlaciones de Pearson de las pruebas de condición física con el consumo energético para cada actividad categorizada a partir del RSAF (METs/día) y del consumo energético promedio semanal (METs/hora).

	Percentil	Edad				
		18-25	26-30	31-40	41-50	+50
METs/hora	5	1,46	1,47	1,51	1,62	1,50
	10	1,50	1,50	1,51	1,62	1,51
	15	1,54	1,57	1,57	1,64	1,59
	20	1,57	1,58	1,63	1,68	1,64
	25	1,59	1,59	1,65	1,72	1,66
	30	1,61	1,63	1,68	1,72	1,74
	35	1,63	1,64	1,70	1,72	1,85
	40	1,65	1,65	1,73	1,74	1,90
	45	1,68	1,67	1,76	1,77	1,93
	50	1,70	1,68	1,80	1,79	1,99
	55	1,72	1,70	1,85	1,80	2,04
	60	1,73	1,71	1,89	1,80	2,05
	65	1,75	1,72	1,92	1,84	2,06
	70	1,77	1,72	1,94	1,91	2,06
	75	1,81	1,73	1,97	1,98	2,10
	80	1,84	1,79	2,00	2,09	2,17
	85	1,88	1,86	2,33	2,20	2,31
90	1,96	1,97	2,65	2,26	2,47	
95	2,04	2,02	2,65	2,26	2,50	
Media		1,71	1,70	1,87	1,94	1,95
DT		0,17	,014	0,33	0,22	0,29
Rango		1,31-2,15	1,47-2,02	1,51-2,65	1,62-2,26	1,50-2,50
N		65	12	9	7	10

Tabla 4. Percentiles del consumo promedio semanal (METs/hora) para las mujeres de la muestra estudiada.

	Percentil	Edad		
		18-25	26-30	+30
METs/hora	5	1,39	1,50	1,57
	10	1,10	1,50	1,57
	15	1,41	1,60	1,60
	20	1,42	1,70	1,63
	25	1,44	1,72	1,64
	30	1,49	1,73	1,64
	35	1,56	1,77	1,65
	40	1,62	1,82	1,66
	45	1,65	1,84	1,68
	50	1,68	1,86	1,70
	55	1,71	1,87	1,72
	60	1,75	1,88	1,81
	65	1,80	1,96	1,90
	70	1,85	2,04	1,95
	75	1,86	2,06	1,97
	80	1,93	2,07	2,05
	85	2,03	2,34	2,19
90	2,33	2,61	2,30	
95	2,46	2,61	2,30	
Media		1,72	1,91	1,81
DT		0,31	0,32	0,25
Rango		1,39-2,46	1,50-2,61	1,57-2,30
N		12	9	8

Tabla 5. Percentiles del consumo promedio semanal (METs/hora) para los hombres de la muestra estudiada.

Discusión

El objetivo de nuestro estudio se ha centrado en la propuesta de un instrumento de evaluación conductual adaptado a las actividades físicas cotidianas de una población adulta en países desarrollados, que nos permite, por un lado, medir y cuantificar la actividad física cotidiana, y por otro lado determinar el nivel de condición física de una persona. Para ello, hemos comparado el con-

sumo energético (en METs) obtenido a partir del RSAF con el nivel de actividad física de los participantes, evaluado según procedimientos estandarizados basados en cuestionarios, y con su nivel de condición física, evaluado a partir de pruebas objetivas estandarizadas propuestas por el American College of Sport Medicine (ACSM, 2003).

Los resultados obtenidos indican que las personas clasificadas como *activas*

tienden a presentar un consumo energético global superior a las *no activas*. En este sentido, es importante tener en cuenta el criterio de clasificación utilizado en este estudio. Se han considerado como *activas* únicamente las personas que participaban en actividades deportivas o en programas de ejercicio físico, no teniéndose en cuenta otra posible clasificación de las personas que son físicamente activas debido a la realización de actividades físicas no deportivas como actividades laborales de intensidades vigorosas, actividades domésticas o desplazamientos. De esta manera, es posible que algunas personas con un consumo energético elevado, debido a la práctica de actividades físicas cotidianas como las anteriores, que no son físico-deportivas, hayan sido clasificadas como no activas. Este es un aspecto importante a tener en cuenta de cara a futuras investigaciones, en las que debería considerarse, además del tipo de actividad, la intensidad de las actividades cotidianas, incluso las que no se pueden considerar como físico-deportivas. La utilización de cuestionarios como el *Autoinforme del Estadio de Cambio para la Actividad Física* (AECAF; Capdevila, 2005) o el *Autoinforme del Estadio de Cambio para el Ejercicio Físico* (AECEF; Capdevila, 2005) podría resultar una buena alternativa a la hora de realizar una clasificación respecto al nivel de práctica de actividad física, ya que nos permitiría segmentar la población en los diferentes *estadios de cambio* (Prochaska, DiClemente y Norcross, 1992) y determinar el nivel de actividad de la persona en función de la práctica de actividades físicas cotidianas de intensidad moderada o vigorosa (AECAF), y en función del nivel de actividad deportiva o ejercicio físico programado (AECEF). De todos modos, nuestros resultados parecen apoyar la utilidad aplicada del instrumento, ya que el análisis detallado de las actividades

del RSAF muestra que existen diferencias significativas entre los participantes *activos* y los *no activos* respecto a las *Actividades Deportivas* ($p < 0,001$), que se correspondería al criterio de actividad propuesto (la participación en actividades deportivas o en programas de ejercicio físico de una duración mínima de 30 minutos por día y que se realizaban al menos 3 días por semana), más ligado a la práctica físico-deportiva.

Por otro lado, el RSAF parece ser también un buen predictor de la condición física saludable. El consumo energético promedio semanal correlaciona significativamente con el Índice de Ruffier-Dickson, medida de condición física cardiorrespiratoria, aunque con un valor relativamente bajo (Tabla 3). Se puede interpretar que las personas que muestran mejor nivel cardiorrespiratorio son las que en promedio tienen un mayor gasto energético para el conjunto de las actividades semanales. En este sentido, los resultados del RSAF resultan muy coherentes, ya que el nivel cardiorrespiratorio se consigue mejorar con la práctica de ejercicio físico aeróbico, que es el tipo de ejercicio físico que ocasiona un consumo energético mayor (ACSM, 2003). En este sentido, la mayoría de estudios que relacionan el estilo de vida activo y la salud acostumbra a centrar la evaluación de la condición física en el componente cardiorrespiratorio, por tratarse del componente más relacionado con los trastornos cardiovasculares y que tiene más incidencia sobre la salud. No olvidemos que éstos son la principal causa de muerte prematura en los países desarrollados y que el sedentarismo es un importante factor de riesgo (USDHHS, 1999; Blair, LaMonte y Nichaman, 2004). Curiosamente, los otros tres componentes de la condición física no se ven relacionados con un mayor consumo energético global, sino con el consumo

energético destinado a las horas de estudio, indicando que cuanto más tiempo se dedica al estudio, mejores son los resultados de fuerza y resistencia muscular, de flexibilidad y de composición corporal. Hay que tener en cuenta que todos los participantes son estudiantes, pero seguramente la muestra es muy heterogénea en este aspecto, ya que no se ha analizado su procedencia exacta (hay un 76,5 % de estudiantes que realizan su actividad a distancia) ni el tipo de estudios que realizan. Se necesitan más estudios para corroborar y explicar estos resultados.

Con el RSAF, se pretendía aportar un instrumento de fácil autoaplicación, y que permitiera recoger a tiempo real la práctica de las actividades físicas cotidianas en base a un compendio de actividades adaptado a las características de la sociedad en un país desarrollado. En este sentido, su aplicación ha resultado de sencilla auto-administración por parte de los usuarios, a pesar de que el formato en papel supone cierta carga para la persona, que debe transportar consigo el registro y la tabla de codificación de las actividades, para poder ir anotando su conducta de actividad a tiempo real. Una adaptación del RSAF en formato informático haría más fácil la cumplimentación del autorregistro, reduciría el número de errores y facilitaría el almacenamiento de los datos. Por otro lado, al tratarse de un autorregistro semanal, la persona debe anotar sus AFC durante 7 días, factor que puede suponer una carga extra. Podría resultar una buena alternativa una versión más reducida del RSAF, en la que se recojan dos días laborables y un día festivo, de acuerdo a otros estudios que han utilizado formatos de autorregistro similares (Baecke, Barema y Frijters, 1982; López-Alvarenga, Reyes-Díaz, Castillo-Martínez, Dávalos-Ibáñez y González-Barranco, 2001; Aadahl y Jorgensen, 2003; Corsetti, Assanelli, Sal-

vadori, Maccalli y Bianchi, 2005). Es importante también tener en cuenta que el RSAF fue un instrumento originalmente diseñado para determinar la conducta de actividad física cotidiana de una persona y para establecer las bases de un programa individualizado de acondicionamiento físico saludable (Capdevila, 2005), de manera que el objetivo principal no era tanto la comparación de las puntuaciones con una muestra de referencia, sino la comparación de las puntuaciones en diferentes momentos de la aplicación del programa para determinar su eficacia, a la vez que aportaba información específica de la intensidad, frecuencia y duración de las actividades físicas. De cara a futuras investigaciones, se pretende que el RSAF sea un instrumento de medida de la conducta de actividad física para evaluar el estilo de vida activo de determinadas poblaciones en estudios epidemiológicos. En este sentido, puede resultar de gran utilidad el disponer de un sistema de corrección y de normas poblacionales de referencia del instrumento. En nuestro estudio, hemos sentado las bases para completar el instrumento, aportando un sistema de valoración cuantitativa a partir del cálculo de puntuaciones normativas de referencia, teniendo en cuenta que la muestra es pequeña para esta finalidad y que se deberá completar en futuras investigaciones. De todos modos, hay que tener en cuenta que la muestra que se ha utilizado en este estudio presenta unos valores de sedentarismo muy elevados, del 90,2%. En general, se han observado índices muy altos de sedentarismo en población norteamericana (USDHHS, 1999), en población catalana (Generalitat de Catalunya, 2003) y en poblaciones específicas como las mujeres universitarias (Pintanel y Capdevila, 1999;

Capdevila et al., 2007), pero con unos porcentajes no tan elevados, que oscilan entre el 60% y el 80%. Una posible explicación de esta discrepancia se refiere al criterio diferente que se utiliza en cada estudio para clasificar a los participantes como activos o sedentarios. Así, en nuestro estudio hemos adoptado un criterio, ya expuesto anteriormente, que es más estricto que los utilizados en los otros estudios, en las cuales se consideran activas a las personas que practican actividades físicas no-deportivas o de ejercicio físico (USDHHS, 1999; Generalitat de Catalunya, 2003). Otra posible explicación de la discrepancia de resultados está relacionada con las características descriptivas de la muestra, como el género y la edad. En este sentido, nuestra muestra está formada principalmente por mujeres, de una edad comprendida entre los 18 y los 30 años, y hay que tener en cuenta que parece existir un abandono de la práctica física-deportiva al finalizar la educación secundaria, especialmente importante entre las mujeres (Blasco et al., 1996). En nuestro estudio no existen diferencias significativas en cuanto al consumo de METs/hora entre géneros, de manera que se ha optado por incluir también a los varones en el análisis. Probablemente sería necesario completar la baremación del RSAF con una muestra más amplia y a partir de los datos en estudios con muestras más activas que las de nuestro estudio, sobre todo por lo que respecta al nivel de práctica de ejercicio físico regular, y donde el tamaño de los subgrupos de edad y de género sea equiparable.

El RSAF parece ser un instrumento cuyas puntuaciones de consumo energético en METs se relacionan con la práctica real de ejercicio y con la condición física. En este

sentido, nuestro estudio permite concluir que el RSAF es un instrumento útil y adecuado, sentando las bases para una futura validación del mismo. Sería importante analizar la validez a partir de instrumentos conductuales, como los acelerómetros, cuyo uso cada vez resulta más asequible en cuanto a coste, siendo la información que aportan cada vez más válida y fiable (Chen y Basset, 2005; Matthews, 2005; Troiano, 2005). Asimismo, hay que considerar el uso de otros métodos de valoración de la condición física, como el registro de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC; Rodas, Pedret, Ramos y Capdevila, 2008), parámetro que se ha relacionado significativamente con mejoras en la salud y con el consumo energético (Buchheit, Simon, Viola, Dotreleau, Piquard y Branderberger, 2004). El registro en situación natural de este parámetro es fácilmente asequible a partir del uso de monitores telemétricos de la frecuencia cardíaca (Gamelin, Berthoin y Bosquet, 2006).

Concluyendo, el RSAF es un instrumento que, por sus características, permite obtener información cuantitativa y cualitativa que puede resultar útil en estudios comunitarios para identificar patrones en la conducta de actividad física y sus implicaciones en la salud. También puede resultar útil para el psicólogo, en los ámbitos del deporte, de la actividad física, de la salud y en la práctica clínica, como herramienta de valoración del estilo de vida activo en relación con la salud. Así, a nivel de intervención individual, proponemos el RSAF como un instrumento adecuado y útil para el diseño de programas de actividad física adaptados a las características individuales de cada usuario, o para el análisis de las rutinas diarias en deportistas.

EVALUACIÓN DE LA CONDUCTA ACTIVA: EL REGISTRO SEMANAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (RSAF)

PALABRAS CLAVE: Actividad física cotidiana, Autorregistro, MET, Condición física.

RESUMEN: El objetivo de este estudio es proponer el Registro Semanal de Actividad Física (RSAF) como un instrumento para evaluar detalladamente la conducta activa en adultos. Para ello, se ha administrado el RSAF en un total de 132 adultos (media= 28,53 años; DT= 11,20) a partir del cual se ha determinado el consumo energético (en METs) de las actividades físicas cotidianas durante una semana y se han calculado los percentiles del consumo energético promedio semanal en función del género y la edad. El consumo energético se ha comparado con el nivel de actividad física y con la condición física saludable. Los resultados muestran que los participantes activos tienden a tener un mayor consumo energético y que la condición física cardiorrespiratoria correlaciona significativamente con el consumo energético promedio semanal. Estos resultados muestran que el RSAF es un instrumento útil y adecuado para evaluar el nivel de actividad física diaria y de condición física saludable en población adulta.

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO ACTIVO: O REGISTO SEMANAL DE ACTIVIDADE FÍSICA (RSAF)

PALAVRAS-CHAVE: Actividade física quotidiana, Auto-registo, MET, Condição física.

RESUMO: O objectivo deste estudo é propor um Registo Semanal de Actividade Física (RSAF) como um instrumento para avaliar detalhadamente o comportamento activo em adultos. Para tal, aplicou-se o RSAF a um total de 132 adultos (média= 28,53; DP= 11,20) a partir do qual se determinou o consumo energético (em METs) das actividades físicas quotidianas durante uma semana e calcularam-se os percentis do consumo energético médio semanal em função do género e da idade.

O consumo energético foi comparado com o nível de actividade física e com a condição física saudável. Os resultados demonstraram que os participantes activos tendem a ter um maior consumo energético e que a condição física cardiorrespiratória se correlaciona significativamente com o consumo energético médio semanal. Estes resultados mostram que o RSAF é um instrumento útil e adequado para avaliar o nível de actividade física diária e de condição física saudável, na população adulta.

Referencias

- Aadahl, M. y Jorgensen, T. (2003). Validation of a New Self-Report Instrument for Measuring Physical Activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35 (7), 1196-1202.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J. y cols. (2000). Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, S4, 98-504.
- American College of Sports Medicine. (1998). *ACSM Fitness book*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Baecke, J. A. H., Burema, J. y Fritjers, J. E. R. (1982). A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 36, 936-942.
- Barbany, J. R. (1990). *Fundamentos de fisiología del ejercicio y del entrenamiento*. Barcelona: Barcanova.
- Blair, S. N., Haskell, W., Ho, P., Paffenbarger, R., Vranizan, K., Farquhar, J. et al. (1985). Assessment of habitual physical activity by a seven-day recall in a community survey and controlled experiments. *American Journal of Epidemiology*, 122, 794-804.

- Blair, S. N., LaMonte, M. J. y Nichaman, M. Z. (2004). The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 913S-920S.
- Blasco, T., Capdevila, Ll., Pintanel, M., Valiente, L. y Cruz, J. (1996). Evolución de los patrones de actividad física en estudiantes universitarios. *Revista de Psicología del Deporte*, 9-10, 51-63.
- Buchheit, M., Simon, C., Viola, A. U., Dotreleau, S., Piquard, F. y Branderberger, G. (2004). Heart Rate Variability in sportive elderly: relationship with daily physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36 (4), 601-605.
- Capdevila, Ll. (2005). *Actividad Física y Estilo de Vida Saludable*. Girona: Documenta universitaria.
- Capdevila, Ll., Pintanel, M., Valero, M., Ocaña, M. y Parrado, E. (2007). Estrategias de intervención para promocionar la actividad deportiva en la población universitaria femenina. En Consejo Superior de Deportes (Eds.), *Las mujeres jóvenes y las actividades físico-deportivas* (pp. 99-118). Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Carmona, E., Grande, I. y Blasco, T. (1988). Relació entre activitat física i depressió un estudi pilot. *Apunts. Educació Física*, 14, 58-62.
- Centers for Diseases Control and Prevention. (2006). State-specific prevalence of obesity among adults - United States, 2005. *MMWR*, 55 (36), 985-988.
- Chen, K. Y. y Bassett, D. R. (2005). The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37 (11), S490-S500.
- Conway, J. M., Irwin, M. L. y Ainsworth, B. E. (2002). Estimating energy expenditure from the Minnesota Leisure Time Physical Activity and Tecumseh Occupational Activity questionnaires - a doubly labeled water validation. *Journal of Clinical Epidemiology*, 55, 392-399.
- Conway, J. M., Seale, J. L., Jacobs, D. R. Jr, Irwin, M. L. y Ainsworth, B. E. (2002). Comparison of energy expenditure estimates from doubly labeled water, a physical activity questionnaire, and physical activity records. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75, 519-525.
- Corsetti, G., Assanelli, D., Salvadori, G., Maccalli, P., y Bianchi, R. (2005). Reproducibility of a self-reported questionnaire for measuring physical activities in active and inactive males. *Italian Journal of Sport Sciences*, 12, 34-42.
- Duncan, G. E., Sydemann, S. J., Perri, M. G., Limacher, M. C., y Martin, A. D. (2001). Can sedentary adults accurately recall the intensity of their physical activity?. *Preventive Medicine*, 33, 18-26.
- Elosua, R., Garcia, M., Aguilar, A., Molina, L., Covas, I., Marrugat, J. y el equipo de investigadores MARATHON, (2000). Validation of the Minnesota Leisure Time Physical Activity questionnaire in Spanish women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (8), 1431-1437.
- Elosua, R., Marrugat, J., Molina, L., Pons, S., Pujol, E. y el equipo de investigadores MARATHOM. (1994). Validation of the Minnesota Leisure Time Physical Activity questionnaire in Spanish men. *American Journal of Epidemiology*, 139 (12), 1197-1209.
- Gamelin, F. X., Berthoin, S. y Bosquet, L. (2006). Validity of the Polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (5), 887-93.

- Gázquez, I., Martí, A., Roura, M., Blasco, T. y Capdevila, Ll. (1992). Estilos de vida activos y memoria inmediata en individuos de la tercera edad. *Revista de Psicología del Deporte*, 1 (2), 15-23.
- Generalitat de Catalunya. Departament de Salut. (2003). *Pla de salut de Catalunya 2002-2005*. Barcelona: Barcelona: Generalitat de Catalunya.
- López-Alvarenga, J.C., Reyes-Díaz, S., Castillo-Martínez, L., Dávalos-Ibáñez, A. y González-Barranco, J. (2001). Reproducibilidad y sensibilidad de un cuestionario de actividad física en población mexicana. *Salud Pública de México*, 43 (4), 306-312.
- Paffenbarger, R. S., Hyde, R. T., Wing, A. L., Lee, I. M., Jung, D. L., y Kampert, J. B. (1993). The association of changes in physical activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *The New England Journal of Medicine*, 328 (8), 538-545.
- Pate, R. R., Pratt, M., Blair, S. N., Haskell, W. L., Macera, C. A., Bouchard, C. et al. (1995). Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA: the Journal of the American Medical Association*, 273 (5), 402-407.
- Philippaerts, R. M. y Lefevre, J. (1998). Reliability and validity of three physical questionnaires in Flemish males. *American Journal of Epidemiology*, 147 (10), 982-990.
- Philippaerts, R. M., Westerterp, K. R., y Lefevre, J. (2001). Comparison of two questionnaires with a tri-axial accelerometer to assess physical activity patterns. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 34-39.
- Pintanel, M. y Capdevila, Ll. (1999). Una intervención motivacional para pasar del sedentarismo a la actividad física en mujeres universitarias. *Revista de Psicología del Deporte*, 8 (1), 53-66.
- Prochaska, J. O., DiClemente, C. C. y Norcross, J. C. (1992). In search how people change. Applications to addictive behaviors. *American Psychologist*, 47 (9), 1102-1114.
- Richardson, M. T., Ainsworth, B. E., Jacobs, D. R. Jr. y Leon, A. S. (2001). Validation of the Stanford 7- Day Recall to assess habitual physical activity. *Annals of Epidemiology*, 11 (2), 145-153.
- Rodas, G., Pedret, C., Ramos, J. y Capdevila, Ll. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardíaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 123 (25), 41-47.
- Sánchez-Barrera, M., Pérez, M. y Godoy, J. (1995). Patrones de actividad física de una muestra española. *Revista de Psicología del Deporte*, 7-8, 51-71.
- Shephard, R. J. (2003). Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 197-206.
- Taylor, H., Jacobs, D. R., Schucker, B., Knudsen, J., León, A. S. y Debacker, G. (1978). A questionnaire for the assessment of leisure time physical activities. *Journal of Chronic Diseases*, 31, 741-755.
- Tuero, C., Márquez, S. y de Paz, J. A. (2000). Análisis de un modelo de cuestionario de valoración de la actividad física durante el tiempo libre (I): Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire (LTPA). *Lecturas: EF y Deportes. Revista digital* (27). Extraído el 30 de Abril de 2007 de <http://www.efdeportes.com/efd27a/cuest.htm>.
- U. S. Department of Health and Human Services (1999). *Promoting physical activity. A guide for community action*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Warburton, D. E. R., Nicol, C. W. y Bredin, S. S. D. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *Canada Medical Association Journal*, 174 (6), 801-809.
- World Health Organization (2003). *The global strategy on diet, physical activity and health*. Extraído el 25 de Marzo de 2007 de http://www.who.int/dietphysicalactivity/media/en/gsf_general.pdf

Anexo I

Autorregistro diario de actividades

Fecha: _____ Día semanal: _____ Día Típico Día Atípico

Instrucciones: Escribe en cada espacio el código (número) que representa mejor a la actividad dominante que has realizado durante cada período de 15 minutos. Consulta la Tabla de Actividades para escoger el código correcto. En caso de duda, anótalo en el apartado de observaciones.

Min: Hora	0-15	16-30	31-45	45-60	Observaciones
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					

Anexo 2

Tabla de actividades y conversión energética

CÓDIGO / ACTIVIDAD (METs= Min./máx.)	METs
1. Dormir. Descansar en posición estirada	1
2. Desplazamientos	
2.1. Caminar a menos de 4 Km/h o cuesta abajo (2 / 4)	3
2.2. Caminar a más de 4 Km/h o cuesta arriba (4 / 8.5)	6
2.3. Automóvil, bus, tren (sentado)	1,5
2.4. Moto; metro, bus, tren (de pie)	2
2.5. Ir en bicicleta a menos de 9 Km/h	4
3. Tiempo de estudio. Asistir a clases. Escuchar o escribir sentado	1,5
4. Tareas domésticas	
4.1. En posición sentada. (1.5 / 2)	1,5
4.2. De pie. (Quitar el polvo=2 / Fregar suelos= 4)	3
4.3. Jardinería, <i>bricolage</i> (2.5 / 6)	4
5. Actividad física ligera indeterminada	2
6. Actividad laboral	
6.1. Actividad laboral sedentaria (sentado en oficina, teclear ordenador)	1,5
6.2. Actividad laboral ligera de pie (oficina, supervisión)	2,5
6.3. Trabajo manual ligero (2.3 / 5) (Cadena montaje, electricidad, reparación automóviles)	3,3
6.4. Trabajo manual a ritmo moderado (4 / 8) (carpintería, albañilería, agricultura, pintura de paredes)	5,6
6.5. Trabajo manual intenso (6 / 15) (talar árboles, arrastrar troncos, minería, picar/remover tierra)	7,8

Anexo 2

Tabla de actividades y conversión energética

CÓDIGO / ACTIVIDAD (METs= Min./máx.)	METs
7. Actividades de ejercicio o deportivas	
7.1. Bailar (3.4 / 4.7)	3,5
7.2. Baloncesto	6
7.3. Bicicleta a más de 9 Km/h (5 / 10)	7,5
7.4. Correr a una velocidad entre 8 y 12 Km/h (8.5 / 12)	10
7.5. Correr a más de 12 Km/h (12 / 16)	14
7.6. Esquí alpino	8
7.7. Esquí de fondo	9,5
7.8. Fútbol	6,5
7.9. Golf	3,5
7.10. Montar a caballo	5,5
7.11. Natación	4
7.12. Squash	7,5
7.13. Tenis	5,5
7.14. Tenis mesa	3,5
7.15. Voleibol	4,5
8. Otras actividades	
8.1. _____	—
8.2. _____	—
8.4. _____	—

Anexo 3

Resumen semanal de las actividades realizadas y su consumo energético, y procedimiento de cálculo de las puntuaciones en METs
 (ACT= Actividad; Mxh=METs por hora; TS=Total Semanal; PD=Promedio Diario; PH=Promedio por Hora)

ACT	Lunes		Martes		Miérc.		Jueves		Viernes		Sábado		Domin.		SEM
	n/4	Mx h	n/4	Mx h	n/4	Mx h	n/4	Mx h	n/4	Mx h	n/4	Mx h	n/4	Mx h	Suma
1															
2.1															
2.2															
2.3															
2.4															
2.5															
3															
4.1															
4.2															
4.3															
5															
6.1															
6.2															
6.3															
6.4															
6.5															
7.															
7.															
7.															
7.															
7.															
8.1															
8.2															
8.3															
suma	24		24		24		24		24		24		24		TS= PD=
media	/24														PH=

Cálculo de las puntuaciones en METs:

n/4= Suma de las ocasiones en que aparece cada código a lo largo del día (n), dividido entre 4

Mxh= n/4xMETs (equivalencia en METs de cada actividad, reflejada en la *Tabla de actividades y conversión energética*, Anexo II)

TS = Sumatorio de todos los valores superiores de la columna SEM (obtenemos el mismo resultado que con la *suma* de los valores *Mxh* diarios de esa misma fila).

PD = TS / 7.

PH = PD /24

7.3. ANNEX III. ARTICLE 3.

Capdevila, Ll., Rodas, G., Ocaña, M., Parrado, E., Pintanel, M., i Valero, M. (2008). Variabilitat de la freqüència cardíaca com a indicador de salut en esport: validació amb un qüestionari de qualitat de vida (SF-12). *Apunts. Medicina de l'Esport*, 158, 62-69.

Variabilitat de la freqüència cardíaca com a indicador de salut en esport: validació amb un qüestionari de qualitat de vida (SF-12)

LLUÍS CAPDEVILA ORTÍS^a, GIL RODAS FONT^b, MARTA OCAÑA MARINÉ^a, EVA PARRADO ROMERO^a,
MÓNICA PINTANEL BASSETS^a I MONTSERRAT VALERO HERREROS^a

^aLaboratori de Psicologia de l'Esport. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra. Barcelona. Espanya.

^bServeis Mèdics. Futbol Club Barcelona. Barcelona. Espanya.

RESUM

Introducció i objectiu: L'anàlisi de la variabilitat de la freqüència cardíaca (VFC) s'utilitza cada vegada més en l'àmbit de la medicina de l'esport per avaluar l'adaptació a l'entrenament dels esportistes. El nostre objectiu és validar l'anàlisi de la VFC com a indicador de salut, comparant els paràmetres de VFC amb les puntuacions de l'SF-12 en una mostra de persones sanes.

Mètode: Estudi experimental amb 32 subjectes sans, 18 homes i 14 dones (26,19 anys de mitjana). Es va utilitzar el qüestionari SF-12 per avaluar la qualitat de vida i un pulsòmetre telemètric Polar S810i per enregistrar la VFC a partir de l'interval RR. Els paràmetres de VFC es van obtenir mitjançant el programa Polar Precision Performance.

Resultats: Els paràmetres RMSSD, pNN50 i HF que mostren la VFC es correlacionen significativament i positivament amb els valors de percepció de salut a nivell físic, obtinguts en l'escala de sumari físic, en la dimensió de rol físic i en l'escala total de l'SF-12. Els subjectes del grup que perceben més salut són els que presenten més variabilitat de la freqüència cardíaca. Una més gran activació vagal en repòs es relaciona amb una més alta qualitat de vida en relació amb la salut.

Conclusions: Els resultats del nostre estudi confirmen que l'anàlisi de la VFC és un bon marcador de l'estat de salut i pot ajudar a diagnosticar ràpidament i amb facilitat (en repòs, d'una manera no invasiva) estats d'estrès (efecte cremat *-burnout-*, fatiga, sobreentrenament, esgotament o ansietat) en la població general i, especialment, en esportistes d'alt rendiment.

PARAULES CLAU: Variabilitat de la freqüència cardíaca. Qualitat de vida. Salut. SF-12. Validació. Control vagal.

ABSTRACT

Introduction and background: In sports medicine, heart rate variability (HRV) analysis is used to assess adaptation to athletes' training. Our goal was to validate HRV analysis as a health indicator by comparing HRV parameters with Short Form-12 Health Survey Questionnaire (SF-12) scores in a sample of healthy individuals.

Methods: We performed an experimental study in 32 healthy individuals (18 men and 14 women) with a mean age of 26.19 years. The SF-12 questionnaire was used to evaluate quality of life and a S810i Polar heart rate monitor was used to recode HRV through the R-R interval. HRV parameters were obtained with Polar Precision Performance software.

Results: The root mean square of the differences between adjacent R-R intervals in milliseconds (RMSSD), the percentage of the adjacent R-R intervals differing by more than 50 milliseconds in the entire recording (pNN50) and the high frequency (HF) parameters of HRV showed a significant and positive correlation with the perceived physical health scores obtained in the physical component summary scale, the role-physical dimension and the total scale of the SF-12 questionnaire. Participants with greater perceived health showed the highest HRV. Higher parasympathetic activation at rest was related to greater health-related quality of life.

Conclusions: Our results confirm that HRV analysis is a good marker of health status and could be used to diagnose stress states (overtraining, burnout, fatigue, exhaustion, anxiety) quickly and easily (at rest and non-invasively), both in the general population and, in particular, in elite athletes.

KEY WORDS: Heart rate variability. Quality of life. Health. SF-12. Validation. Vagal control.

Aquest treball s'ha dut a terme gràcies als projectes d'R+D SEJ2005-05113 i DEP2006-56125-C03/PREV concedits pel Ministeri d'Educació i Ciència, i al projecte SGR2005-00318 reconegut per la Generalitat de Catalunya.

Correspondència: Lluís Capdevila Ortís. Laboratori de Psicologia de l'Esport. Edifici B. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra. Barcelona. Espanya. Correu electrònic: lluis.capdevila@uab.cat

INTRODUCCIÓ

L'anàlisi de la variabilitat de la freqüència cardíaca (VFC) és una tècnica cada vegada més utilitzada en l'àmbit clínic, ja que permet obtenir d'una manera no invasiva indicadors que es relacionen amb la salut en la població general i que són sensibles a trastorns tant fisiològics^{1,2} com psicològics^{3,4}. Habitualment, l'anàlisi de la VFC parteix de la detecció precisa del complex QRS per mitjà d'electrocardiogrames (ECG) d'alta qualitat⁵. L'avenç tecnològic ha permès passar dels registres ECG en aparells fixos de laboratori als registres mitjançant Holter o altres registres ambulatoris, fins a arribar als monitors sense fil com el Polar S810i (Polar Electro, Finlàndia), que resulten una alternativa vàlida per avaluar la VFC en situacions de camp⁶.

La VFC s'ha proposat, per exemple, com a indicador de funcionament cardiovascular normal i patològic o, entre molts d'altres, com a indicador d'eficàcia de medicaments cardiovasculars sobre el sistema nerviós autònom (SNA)⁷⁻⁹. En l'àmbit de la medicina i la fisiologia de l'esport, l'anàlisi de la VFC ha resultat un instrument molt prometedor per fer un seguiment dels esportistes, tot permetent avaluar la bona^{10,11} o la mala adaptació^{12,13} a les càrregues d'entrenament esportiu, i possibilitant el control de l'equilibri entre salut, entrenament i rendiment esportiu¹⁴.

D'altra banda, un dels instruments més utilitzats en l'àmbit mèdic per mesurar la qualitat de vida en relació amb la salut és el qüestionari SF (*The Short Form Health Survey*) i les seves diverses versions, com l'SF-36 o l'SF-12. Es tracta d'una escala que permet obtenir un perfil general de l'estat de salut percebuda, aplicable tant a població general com a grups específics de pacients. S'ha utilitzat per valorar la qualitat de vida, per comparar la càrrega de diverses malalties, valorar l'eficàcia de diversos tractaments o per valorar l'estat individual de salut dels pacients¹⁵. També és una eina molt adequada per ser usada en recerca i en la pràctica clínica¹⁶. L'escala original és l'SF-36¹⁷, amb 36 ítems, mentre que la versió reduïda més utilitzada és l'SF-12, amb 12 ítems, que millora les propietats mètriques i interpretació^{18,19} de l'SF-36. Aquest avalua la percepció de salut i s'ha utilitzat per validar altres instruments de mesurament, com per exemple la qualitat de vida en dones amb osteoporosi²⁰, en pacients amb incontinència urinària²¹, osteoartritis²², trasplantats²³ o en infermeria i estrès laboral^{24,25}. En la versió en castellà, l'SF-12 explica un 91% de la variança de l'SF-36 en els sumaris físic i mental¹⁶.

Aquest treball té l'objectiu de validar l'anàlisi de la VFC com a indicador de salut, comparant els paràmetres de VFC

amb les puntuacions de l'SF-12 en una mostra de persones sanes.

MÈTODES

Subjectes

Van participar-hi de manera voluntària 32 persones sanes (18 homes i 14 dones) amb una edat mitjana de 26,19 anys (DT=2,77), un pes mitjà de 69,40 kg (DT = 14,13) i una altura mitjana d'1,73 m (DT = 0,09). Es va obtenir un consentiment informat de cadascun d'ells, i acomplint les normes ètiques del comitè d'investigació.

Material

Per avaluar la qualitat de vida en relació amb la salut es va utilitzar el qüestionari SF-12 en la seva versió "setmanal"¹⁸. Les respostes són escales tipus Likert que avaluen intensitat o freqüència, entre 2 i 6 opcions en funció de l'ítem. S'han calculat les puntuacions corresponents a les 8 subescales originals de l'SF-36: funció física (2 ítems), funció social (1 ítem), rol físic (2 ítems), rol emocional (2 ítems), salut mental (2 ítems), vitalitat (1 ítem), dolor corporal (1 ítem) i salut general (1 ítem). Per al càlcul de les 8 dimensions s'ha seguit la mateixa codificació i els criteris de correcció proposats per a l'SF-36 i s'han obtingut puntuacions transformades que poden oscil·lar entre 0 (pitjor salut) i 100 (millor salut). També s'ha calculat una puntuació total que consisteix en la mitjana de les puntuacions en les 8 dimensions. A partir dels algorismes de càlcul amb mostra espanyola facilitats per l'Institut Municipal d'Investigacions Mèdiques (IMIM) de Barcelona, s'han calculat dues puntuacions sumari, la del component físic (PCS-12) i la del component mental (MCS-12). Per registrar la VFC a partir de l'interval RR es va utilitzar una banda toràcica Polar T31 i un pulsòmetre telemètric Polar S810i (Polar Electro, Finlàndia), que permetia l'emmagatzematge i el bolcat informàtic posterior de les dades. Els paràmetres de l'anàlisi de VFC es van obtenir mitjançant el programari Polar Precision Performance (4 SW; Polar Electro Oy).

Procediment

Els subjectes van acudir individualment al Laboratori de Psicologia de l'Esport de la Universitat Autònoma de Barcelona, en una única sessió de 15-20 min, al matí abans de l'esmorzar, durant un període d'una setmana. La temperatura de la sala estava entre 20 i 25 °C. Un investigador col·locava la

banda toràtica al subjecte, i iniciava l'enregistrament de la VFC. Tot seguit, cada participant emplenava el qüestionari SF-12 i, seguidament, restava en repòs en posició supina sobre matalàs durant 5 minuts, a fi d'estabilitzar la freqüència cardíaca. Immediatament després, s'enregistrava durant 2,5 min la VFC a partir de l'interval RR.

Anàlisi de dades

Els errors causats pel monitoratge de la freqüència cardíaca van ser corregits mitjançant el programa Polar Precision Performance, i tot seguit es van analitzar els paràmetres de VFC. Per a l'anàlisi en el domini temporal, es van obtenir la mitjana de l'interval RR (RR mitjà), la desviació estàndard dels intervals RR (SDNN), l'arrel quadrada del valor mitjà de la suma de les diferències al quadrat de tots els intervals RR successius (RMSSD) i el percentatge d'intervals RR consecutius que discrepen més de 50 mil·lisegons entre si (pNN50). Per al domini freqüencial, es va utilitzar l'anàlisi espectral a partir de la transformació ràpida de Fourier (FFT) per quantificar l'espectre de la densitat del rendiment de les freqüències molt baixes (VLF; 0,00-0,04 Hz), les freqüències baixes (LF; 0,04-0,15 Hz) i freqüències altes (HF; 0,15-0,40 Hz) [expressades en ms^2]⁵. Per a l'anàlisi quantitativa de les dades es van analitzar els paràmetres SD1 i SD2 que representen la dispersió transversal i longitudinal dels punts, respectivament, obtinguts a partir del gràfic de Poincaré²⁶.

Anàlisi estadística

Es va utilitzar el paquet estadístic SPSS (v.14.0 SPSS Inc., Chicago). Per relacionar les puntuacions de l'SF-12 i els valors dels paràmetres de VFC, es van calcular correlacions de Pearson per als valors quantitius directes, i s'hi va aplicar l'anàlisi de la variança (ONEWAY) i la prova de χ^2 de Pearson per comparar nivells en ambdós tipus de puntuacions. Quant a la significació de totes les proves, es va considerar un nivell de probabilitat del 5%.

RESULTATS

En general, els valors dels paràmetres de VFC en el domini temporal es correlacionen positivament amb els valors de percepció de salut en les escales totals de l'SF-12 i per a l'escala de rol físic. Quant als valors dels paràmetres de VFC en el domini espectral, cal destacar la correlació positiva del valor HF, corresponent a l'activació parasimpàtica, amb l'escala física, l'es-

Taula I

Correlacions de Pearson (r) entre els paràmetres de VFC i algunes puntuacions de l'SF-12

Paràmetre VFC	SF-12			
	Escala física	Escala mental	Rol físic	SF total
RR mitjà	0,350 ^a (0,049)	-0,214 NS	0,348 (0,051)	0,177 NS
SDNN	0,296 NS	0,075 NS	0,483 ^b (0,005)	0,350 ^a (0,049)
RMSSD	0,383 ^a 0,030	-0,007 NS	0,507 ^b 0,003	0,360 ^a (0,043)
SD1	0,340 0,057	-0,116 NS	0,495 ^b (0,004)	0,253 NS
SD2	0,337 NS	0,002 NS	0,514 ^b (0,003)	0,335 NS
pNN50	0,442 ^a (0,011)	-0,035 NS	0,549 ^b (0,001)	0,405 ^a (0,022)
VLF (ms^2)	0,141 NS	0,137 NS	0,288 NS	0,261 NS
LF (ms^2)	0,279 NS	0,002 NS	0,420 ^a (0,017)	0,250 NS
HF (ms^2)	0,361 ^a (0,042)	0,061 NS	0,485 ^b (0,005)	0,411 ^a (0,020)

^aCorrelació significativa al nivell 0,05 (bilateral).

^bCorrelació significativa al nivell 0,01 (bilateral).

HF: banda de freqüències altes (*high frequency*); LF: banda de freqüències baixes (*low frequency*); NS: no significatiu; pNN50: percentatge d'intervals RR consecutius que discrepen més de 50 mil·lisegons entre si; RMSSD: desviació estàndard de la diferència de la sèrie RR en mil·lisegons; RR mitjà: interval RR mitjà en mil·lisegons; SD1: paràmetre de dispersió transversal del diagrama de Poincaré en mil·lisegons (*parameter transverse dispersion*); SD2: paràmetre de dispersió longitudinal del diagrama de Poincaré en mil·lisegons (*parameter longitudinal dispersion*); SDNN: desviació estàndard dels intervals RR en mil·lisegons; SF-12: forma curta del qüestionari de qualitat de vida (The Short Form Health Survey); VFC: variabilitat de la freqüència cardíaca; VLF: banda de freqüències molt baixes (*very low frequency*).

cala total i la subescala de rol físic de l'SF-12. Els paràmetres LF i VLF, que reflecteixen la influència de l'activitat simpàtica i altres factors, no mostren correlacions positives amb les escales de l'SF-12. L'escala mental de l'SF-12, com la resta de subescales, que no apareixen en la taula I, no mostren correlacions significatives amb els paràmetres de VFC analitzats.

Per a cada escala i subescala de l'SF-12 s'ha separat la mostra en 2 grups a partir del centil 50, tot identificant el *nivell baix* (16 subjectes per sota del centil 50) i el *nivell alt* (16 subjectes per sobre del centil 50). A partir d'una anàlisi de la variança (ONEWAY), s'han comparat els 2 grups establerts per a cada escala i subescala de l'SF-12, respecte de tots els paràmetres de

Taula II

Valor mitjà dels paràmetres de VFC, comparant els subjectes que presenten un nivell baix (per sota del centil 50) i un nivell alt (per sobre del centil 50) en la subescala de rol físic i en la puntuació total de l'SF-12. Es mostren les mitjanes (amb les desviacions típiques) i la significació de l'anàlisi de la varianza (p)

Paràmetre VFC	Salut percebuda (SF-12)					
	Nivell de rol físic en SF-12			Nivell de puntuació total en SF-12		
	Baix (n = 16)	Alt (n = 16)	p	Baix (n = 16)	Alt (n = 16)	p
RR mitjà	805,37 (190,76)	904,87 (168,36)	NS	798,93 (187,13)	911,31 (168,12)	NS
SDNN	46,00 (16,65)	69,78 (27,89)	0,006	49,44 (22,71)	66,34 (26,25)	NS
RMSSD	33,77 (26,18)	64,37 (32,70)	0,007	37,99 (28,17)	60,15 (34,61)	0,056
SD1	52,07 (22,14)	70,68 (24,88)	0,033	52,74 (23,40)	70,01 (24,23)	0,049
SD2	72,8063 (19,90)	100,94 (31,64)	0,005	76,47 (26,81)	97,27 (29,50)	0,045
pNN50	6,11 (7,97)	16,40 (9,96)	0,003	6,35 (8,35)	16,16 (9,92)	0,005
VLF (ms ²)	14.003,90 (10.387,93)	29.433,90 (35.504,64)	NS	15.001,05 (11.658,21)	28.436,76 (35.542,61)	NS
LF (ms ²)	666,92 (383,81)	1.855,15 (1.403,18)	0,003	1.059,840 (1.105,34)	1.462,23 (1.249,43)	NS
HF (ms ²)	765,99 (897,14)	2.124,05 (1.758,50)	0,010	838,25 (1.035,33)	2.051,79 (1.738,82)	0,023

HF: banda de freqüències altes (*high frequency*); LF: banda de freqüències baixes (*low frequency*); NS: no significatiu; pNN50: percentatge d'interval RR consecutius que discrepen més de 50 mil·lisegons entre si; RMSSD: desviació estàndard de la diferenciació de la sèrie RR en mil·lisegons; RR mitjà: interval RR mitjà en mil·lisegons; SD1: paràmetre de dispersió transversal del diagrama de Poincaré en mil·lisegons (*parameter transverse dispersion*); SD2: paràmetre de dispersió longitudinal del diagrama de Poincaré en mil·lisegons (*parameter longitudinal dispersion*); SDNN: desviació estàndard dels intervals RR en mil·lisegons; SF-12: forma curta del qüestionari de qualitat de vida (The Short Form Health Survey); VFC: variabilitat de la freqüència cardíaca; VLF: banda de freqüències molt baixes (*very low frequency*).

VFC estudiats. Per a la subescala de *rol físic* de l'SF-12, en el grup de *nivell alt* s'han observat valors més alts que en el grup de *nivell baix* en els paràmetres SDNN ($F_{(1,30)} = 8,57$; $p = 0,006$), RMSSD ($F_{(1,30)} = 8,53$; $p = 0,007$), SD1 ($F_{(1,30)} = 4,99$; $p = 0,033$), SD2 ($F_{(1,30)} = 9,06$; $p = 0,005$), pNN50 ($F_{(1,30)} = 10,37$; $p = 0,003$), LF ($F_{(1,30)} = 10,67$; $p = 0,003$) i HF ($F_{(1,30)} = 7,57$; $p = 0,010$) (taula II). Per a la *puntuació total* de l'SF-12, en el grup de *nivell alt* s'han observat valors més alts que en el grup de *nivell baix* en els paràmetres RMSSD ($F_{(1,30)} = 3,94$; $p = 0,056$), SD1 ($F_{(1,30)} = 4,20$; $p = 0,049$), SD2 ($F_{(1,30)} = 4,35$; $p = 0,045$), pNN50 ($F_{(1,30)} = 9,15$; $p = 0,005$) i HF ($F_{(1,30)} = 5,75$; $p = 0,023$) (taula II). En cap cas els grups de *nivell baix* de puntuació en l'SF-12 han mostrat puntuacions de paràmetres de VFC superiors als grups de *nivell alt*. No s'han observat diferències significatives entre els 2 nivells, ni per a les escales *física* i *mental* de l'SF-12, ni per a la resta de subescala. L'anàlisi de la varianza només ha mostrat diferències entre sexes per al valor mitjà dels intervals RR (RR mitjà), sent més alt per als homes (RR mitjà = 924,55; DT = 196,51) que per a les dones (RR mitjà = 765,85; DT = 122,62) ($F_{(1,30)} = 6,98$; $p = 0,013$).

Igual que per a les escales de l'SF-12, els subjectes també s'han classificat en 2 grups de *nivell baix* i *nivell alt* per a cada

paràmetre de VFC. D'aquesta manera, mitjançant una prova de χ^2 de Pearson, s'han comparat els 2 grups de cada escala i subescala de l'SF-12 amb els 2 grups de cada paràmetre VFC (taula III). S'han observat diferències significatives només per als paràmetres RMSSD, pNN50 i HF respecte de la subescala de *rol físic* i la *puntuació total* de l'SF-12. Aquestes diferències indiquen que un 75% de subjectes amb un nivell alt de *rol físic* també tenen valors alts en els tres paràmetres de VFC, i que el 75% de subjectes amb un nivell baix de *rol físic* també tenen valors baixos en els 3 paràmetres de VFC, tal com es mostra en un exemple per a RMSSD en la figura 1 ($\chi^2_{(1)} = 8,00$; $p = 0,006$). S'esdevé el mateix amb la *puntuació total* de l'SF-12 i els paràmetres pNN50 i HF ($\chi^2_{(1)} = 8,00$; $p = 0,006$), encara que el percentatge de subjectes que coincideixen en els nivells baixos i en els nivells alts és del 68,8% per al paràmetre RMSSD ($\chi^2_{(1)} = 4,50$; $p = 0,038$).

DISCUSSIÓ

Els resultats d'aquest treball permeten relacionar, en persones sanes, una major qualitat de vida en relació amb la salut amb una més gran variabilitat de la freqüència cardíaca.

Taula III

Comparació dels subjectes que presenten un nivell baix (per sota del centil 50) i un nivell alt (per sobre del centil 50) en la subescala de rol físic, en la puntuació total de l'SF-12 i en els paràmetres RMSSD, pNN50 i HF. Es mostren els subjectes observats en cada encreuament de nivells (n), el percentatge que representen (%) i la significació de la prova de χ^2 de Pearson (p)

Paràmetre VFC		Salut percebuda (SF-12)					
		Nivell de rol físic en SF-12			Nivell de puntuació total en SF-12		
		Baix (%)	Alt (%)	p	Baix (%)	Alt (%)	p
RMSSD	Baix	12 (75)	4 (25)	0,006	11 (68,8)	5 (31,3)	0,038
	Alt	4 (25)	12 (75)		5 (31,3)	11 (68,8)	
pNN50	Baix	12 (75)	4 (25)	0,006	12 (75)	4 (25)	0,006
	Alt	4 (25)	12 (75)		4 (25)	12 (75)	
HF (ms ²)	Baix	12 (75)	4 (25)	0,006	12 (75)	4 (25)	0,006
	Alt	4 (25)	12 (75)		4 (25)	12 (75)	

HF: banda de freqüències altes (*high frequency*); pNN50: percentatge d'interval RR consecutius que discrepen més de 50 mil·lisegons entre si; RMSSD: desviació estàndard de la diferenciació de la sèrie RR en mil·lisegons; SF-12: Forma curta del qüestionari de qualitat de vida (The Short Form Health Survey); VFC: variabilitat de la freqüència cardíaca.

En general, els paràmetres de VFC es correlacionen significativament i positivament amb els valors de percepció de salut a nivell físic, obtinguts en l'escala de sumari físic i en la subescala de rol físic. També es correlacionen de la mateixa manera amb l'escala total de l'SF-12. Quant a l'anàlisi en el domini temporal, cal destacar la correlació mostrada pels valors d'RMSSD i pNN50, ja que són 2 dels paràmetres temporals més estudiats en la bibliografia⁶. Quant als valors en el domini espectral, cal destacar la correlació positiva del valor HF també amb l'escala de sumari físic, l'escala total i la subescala de rol físic de l'SF-12. Aquest paràmetre correspon a les ones d'alta freqüència de l'anàlisi espectral i reflecteix l'activació parasimpàtica⁵. Per tant, la correlació significativa observada indica que una major activació vagal es relaciona amb una major qualitat de vida en relació amb la salut. En canvi, els paràmetres LF i VLF, que reflecteixen la influència de l'activitat simpàtica i d'altres factors, no mostren correlacions sistemàtiques amb les escales de l'SF-12 (només el paràmetre LF mostra correlació amb l'escala de rol físic). D'altra banda, l'escala de sumari mental de l'SF-12, com també les 7 subescales a banda de rol físic que no apareixen en la taula I, no mostren correlacions significatives amb els paràmetres de VFC analitzats, la qual cosa suggereix que la VFC es relaciona només amb la salut física.

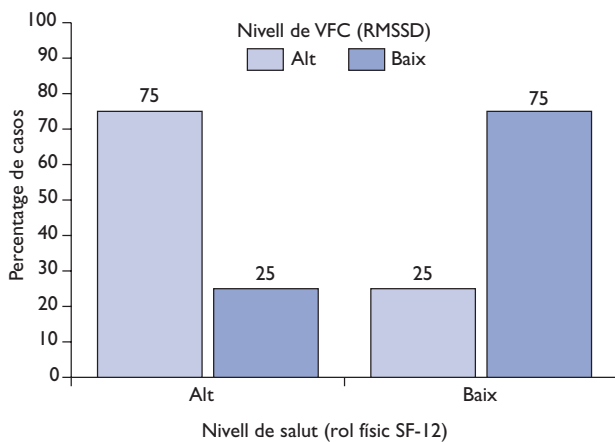
Analizant els resultats d'una manera més qualitativa, en la taula II s'observa que els subjectes que perceben una millor salut en relació amb el rol físic i la puntuació total de l'SF-12, presenten una millor VFC que els subjectes que perceben pit-

jor la seva salut, tot destacant també els paràmetres RMSSD i pNN50 del domini temporal. Es corrobora que aquesta variabilitat més gran de la freqüència cardíaca ve donada per una influència del sistema parasimpàtic més gran, ja que el paràmetre HF és significativament més elevat per a ambdues puntuacions de l'SF-12 en els subjectes del grup més saludable. Es comproven els mateixos resultats a partir de la taula III, en què es mostra que els subjectes situats en el grup que percep més salut són també els que se situen en el grup de més variabilitat de la freqüència cardíaca respecte dels paràmetres RMSSD i pNN50, i de més influència vagal (HF més alt).

Així doncs, els nostres resultats indiquen que la VFC és un indicador de salut, en el sentit que una variabilitat més elevada es relaciona amb una millor percepció de salut, en la línia del que suggereixen diversos estudis^{7,14}. En el nostre cas, hem analitzat de diverses formes la relació entre els paràmetres de la VFC amb les puntuacions en l'autoinforme de salut percebuda SF-12. Com s'ha indicat anteriorment, la gamma de qüestionaris de l'SF representa una de les mesures genèriques de la qualitat de vida en relació amb la salut d'ús més ampli. Ara bé, una limitació en l'ús de l'SF-12 és que comporta una pèrdua de precisió en les puntuacions de les 8 dimensions originals de l'SF-36, perquè en aquesta versió reduïda queden representades tan sols per un o dos ítems i algun dels ítems només té 2 opcions de resposta en l'SF-12. En algun estudi s'aconsella interpretar només les dues puntuacions sumari dels components físic i mental¹⁶. Malgrat això, és possible calcular les 8 dimen-

Figura 1

Percentatge de casos segons el nivell de salut, a partir de la dimensió de rol físic de l'SF-12, i segons el nivell de variabilitat de la freqüència cardíaca (VFC, paràmetre RMSSD). Els subjectes amb més variabilitat (VFC) presenten millor salut i els subjectes amb menor VFC presenten pitjor salut ($\chi^2_{(1)} = 8,00$; $p = 0,006$). RMSSD: desviació estàndard de la diferenciació de la sèrie RR en mil·lisegons; VFC: variabilitat de la freqüència cardíaca.



sions seguint els mateixos criteris de codificació i de correcció proposats per a l'SF-36. Precisament la dimensió rol físic, l'única que mostra una relació consistent i significativa amb la VFC, s'ha calculat a partir de la resposta dicotòmica en 2 ítems de l'SF-12, i dona com resultat una puntuació de 0 a 100 poc contínua que situa els subjectes polaritzadament als 2 extrems: *a)* més pròxim a 0, indicant pitjor salut i amb problemes amb el treball o altres activitats diàries a causa de la salut física, i *b)* més pròxim a 100, indicant més bona salut i sense cap problema amb el treball o altres activitats diàries per raó de la salut física. A causa d'això, potser cal anar amb cautela a l'hora d'interpretar l'anàlisi quantitativa de la puntuació d'aquesta escala, que mostra correlacions significatives amb els paràmetres més representatius de VFC. Però aquesta relació es veu confirmada en fer l'anàlisi més qualitativa, ja que gràcies a aquesta polarització de les puntuacions, els subjectes se situen clarament en alguns dels 2 grups de nivell alt i baix de salut respecte del rol físic. Aquest problema, que afecta la puntuació de l'escala de rol físic i igualment la de rol emocional, s'ha millorat en la versió 2 de l'SF-36 i de l'SF-12. També s'han millorat les opcions de resposta a altres ítems, que permeten una millor interpretació de les 8 dimensions del qüestionari, i les instruccions

destinades a l'autoadministració²⁷. La validació de la versió 2 de l'SF-12 (SF-12 v2) en castellà no estava disponible quan es va fer aquest estudi i per això s'hi va emprar la versió inicial.

Quant a les possibilitats de l'anàlisi de la VFC com a sistema de diagnòstic clínic, podem destacar-ne la utilització creixent en situacions esportives com a indicador de salut i com a sistema de control i seguiment dels esportistes. Així, la VFC s'ha mostrat sensible per avaluar canvis diaris en els esportistes provocats per l'entrenament. En tots els casos, els estats de salut o de benestar i les situacions òptimes d'adaptació a l'entrenament esportiu i de condició física saludable es relacionen amb la presència de variabilitat en l'interval RR. Per contra, les males adaptacions a l'entrenament, les càrregues excessives, l'efecte cremat (*burnout*), la fatiga, el sobreentrenament o una condició física pobre es relacionen amb una reducció de variabilitat^{14,28,29}. Per tot això i a partir dels nostres resultats, proposem el mateix sistema d'anàlisi basada en el registre de la VFC per controlar la salut en la població general.

Amb la tecnologia disponible, la VFC constitueix un sistema de mesurament fàcil que ofereix interessants possibilitats per disposar d'un diagnòstic clínic instantani i no invasiu que pot permetre diferenciar els estats de salut i els poc saludables. La seva anàlisi constitueix una mesura objectiva, ràpida i quantificable, malgrat que la interpretació presenta limitacions importants quan la volen utilitzar especialistes en l'àmbit aplicat. Per exemple, cal saber interpretar els múltiples paràmetres resultants de l'anàlisi informàtica, relacionant-los amb l'activitat combinada dels sistemes simpàtic i parasimpàtic. En aquest sentit, el Polar S810i és molt còmode i poc invasiu, amb un mesurament vàlid de l'interval RR, un emmagatzematge fàcil de les dades i una obtenció ràpida dels paràmetres de VFC més estandarditzats. Però fa falta més recerca per diferenciar els paràmetres de VFC que puguin ser més precisos en els diagnòstics i per facilitar una interpretació final a l'abast de l'especialista, que permeti discriminar entre processos diferents, com per exemple entre l'estrès físic i l'estrès psicològic.

En conclusió, els resultats confirmen que l'anàlisi de la VFC és un bon marcador de l'estat de salut i pot ajudar a diagnosticar ràpidament i amb facilitat (en repòs, d'una manera no invasiva) estats d'estrès (efecte cremat –*burnout*–, fatiga, esgotament o ansietat) en la població general, per la qual cosa pot ser de gran utilitat en el control i seguiment de l'adaptació a l'entrenament dels esportistes (per exemple, com a indicador de sobreentrenament).

Bibliografia

1. Molgaard H, Sorensen KE, Bjerregaard P. Attenuated 24-h heart rate variability in apparently healthy subjects, subsequently suffering sudden cardiac death. *Clin Auton Res.* 1991;1:233-7.
2. Tsuji H, Venditti FJ Jr, Manders ES, Evans JC, Larson MG, Feldman CL, et al. Reduced heart rate variability and mortality risk in an elderly cohort. the Framingham heart study. *Circulation.* 1994;90:878-83.
3. Dishman RK, Nakamura Y, Garcia ME, Thompson RW, Dunn AL, Blair SN. Heart rate variability, trait anxiety, and perceived stress among physically fit men and women. *Int J Psychophysiol.* 2000;37:121-33.
4. Friedman BH, Thayer JF. Autonomic balance revisited: Panic anxiety and heart rate variability. *J Psychosom Res.* 1998;44:133-51.
5. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J.* 1996;17:354-81.
6. Gamelin FX, Berthoin S, Bosquet L. Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:887-93.
7. Kleiger RE, Stein PK, Bigger JT Jr. Heart rate variability: Measurement and clinical utility. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2005;10:88-101.
8. Terathongkum S, Pickler RH. Relationships among heart rate variability, hypertension, and relaxation techniques. *J Vasc Nurs.* 2004;22:78.
9. Yoshiuchi K, Quigley KS, Ohashi K, Yamamoto Y, Natelson BH. Use of time-frequency analysis to investigate temporal patterns of cardiac autonomic response during head-up tilt in chronic fatigue syndrome. *Auton Neurosci.* 2004;113:55-62.
10. Melanson EL, Freedson PS. The effect of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adult males. *Eur J Appl Physiol.* 2001;85:442-9.
11. Tulppo MP, Hautala AJ, Mäkikallio TH, Laukkanen RT, Nissilä S, Hughson RL, et al. Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. *J Appl Physiol.* 2003;95:364-72.
12. Hedelin R, Wiklund U, Bjerle P, Henriksson-Larsén K. Cardiac autonomic imbalance in an overtrained athlete. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:1531-3.
13. Mouro L, Bouhaddi M, Perrey S, Cappelle S, Henriot M, Wolf J, et al. Decrease in heart rate variability with overtraining: Assessment by the Poincaré plot analysis. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2004;24:10-8.
14. Rodas G, Pedret C, Ramos J, Capdevila L. Variabilidad de la frecuencia cardíaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos. *Archivos de Medicina del Deporte.* 2008;123:41-8.
15. Ware JE Jr. SF-36 health survey update. *Spine.* 2000;25:3130-9.
16. Vilagut G, Ferrer M, Rajmil L, Rebollo P, Permanyer-Miralda G, Quintana JM, et al. El cuestionario de salud SF-36 español: Una década de experiencia y nuevos desarrollos. *Gac Sanit.* 2005;19:135-50.
17. Ware JE Jr, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care.* 1992;30:473-83.
18. Ware J Jr, Kosinski M, Keller SD. A 12-item short-form health survey: Construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Med Care.* 1996;34:220-33.
19. Alonso J, Prieto L, Antó J. La versión española del SF-36 Health Survey (cuestionario de salud SF-36): Un instrumento para la medida de los resultados clínicos. *Med Clin (Barc).* 1995;104: 771-6.
20. Badia X, Prieto L, Roset M, Díez-Pérez A, Herdman M. Development of a short osteoporosis quality of life questionnaire by equating items from two existing instruments. *J Clin Epidemiol.* 2002;55:32-40.
21. Badia Llach X, Castro Díaz D, Conejero Sugrañes J. Validez del cuestionario King's Health para la evaluación de la calidad de vida en pacientes con incontinencia urinaria. Grupo King's. *Med Clin (Barc).* 2000;114:647-52.
22. Escobar A, Quintana JM, Bilbao A, Azkárate J, Güenaga JI. Validation of the Spanish version of the WOMAC questionnaire for patients with hip or knee osteoarthritis. Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index. *Clin Rheumatol.* 2002;21:466-71.
23. Rebollo P, Ortega F, Ortega T, Valdes C, García-Mendoza M, Gómez E. Spanish validation of the Kidney Transplant Questionnaire: a useful instrument to assessing health related quality of life in kidney transplant patients. *Health Qual Life Outcomes.* 2003;1:56.
24. Escribà-Agüir V, Mas Pons R, Flores Reus E. Validation of the job content questionnaire in hospital nursing staff. *Gaceta Sanitaria.* 2001;15:142-9.
25. Maunder RG, Lancee WJ, Nolan RP, Hunter JJ, Tannenbaum DW. The relationship of attachment insecurity to subjective stress and autonomic function during standardized acute stress in healthy adults. *J Psychosom Res.* 2006;60:283-90.
26. Brennan M, Palaniswami M, Kamen P. Do existing measures of Poincaré plot geometry reflect nonlinear features of heart rate variability? *IEEE Trans Biomed Eng.* 2001;48:1342-7.

27. Ware JE, Kosinski M, Turner-Bowker DM, Gandek B. How to score Version 2 of the SF-12 Health Survey. Lincoln, Rhode Island: QualityMetric Incorporated; 2002.
28. Mourot L, Bouhaddi M, Perrey S, Cappelle S, Henriot MT, Wolf JP, et al. Decrease in heart rate variability with overtraining: assessment by the Poincare plot analysis. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2004;24:10-8.
29. Hynynen E, Uusitalo A, Kontinen N, Rusko H. Heart rate variability during night sleep and after awakening in overtrained athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:313-7.

7.4. ANNEX IV. ARTICLE 4.

Parrado, E., Garcia, M. A., Ramos, J., Cervantes, J. C., Rodas, G., i Capdevila, Ll. (2010). Comparison of two devices to detect R-R intervals. *International Journal of Sports Medicine*, 31, 336-341.

Comparison of Omega Wave System and Polar S810i to Detect R-R Intervals at Rest

Authors

E. Parrado¹, M. Á. García², J. Ramos², J. C. Cervantes¹, G. Rodas³, L. Capdevila¹

Affiliations

¹ Universitat Autònoma de Barcelona, Laboratory of Sport Psychology, Bellaterra, Spain

² Polytechnic University of Barcelona, Department of Electronic Engineering, Barcelona, Spain

³ F. C. Barcelona, Medical Services F. C. Barcelona, Spain

Key words

- heart rate variability
- polar S810i monitor
- omega wave sport system
- field-based recording

Abstract

The present study was performed to compare R-R interval data and heart rate variability indices obtained from the Polar S810i and the Omega Wave Sport System for a total of 96 adults in a supine position. Data were simultaneously recorded with the Polar S810i and the Omega Wave Sport System and processed by unique software. Bland-Altman analysis for the R-R intervals shows minimal bias for free and paced breathing. No significant differences were observed for heart rate variability indices derived from the signal from both devices, except for the

power of the high frequency band and the acceleration changes index during either free or paced breathing. Coefficients of correlations were all above 0.96. These data suggest that both systems are valid to record R-R interval signals and to obtain a valid analysis of heart rate variability. However, Omega Wave Sport System enables data to be collected without any artifacts making the analysis of heart rate variability easier than the analysis of Polar S810i. Nevertheless, Polar S810i continues to be more practical in clinical and applied situations due to the affordability of the device.

Introduction

The analysis of heart rate variability (HRV) has been established during the past few decades as a valuable non-invasive tool to assess the status of the cardiovascular autonomic function and it has been frequently used in the analysis of physiological signals in different clinical and functional conditions [17,23]. In sports medicine, HRV has been considered useful both to assess the current physical state [6, 14, 16] and to identify anaerobic threshold in athletes [2,8]. In terms of time and frequency domain analysis, it has been proven useful for evaluating the adaptation of the autonomic nervous system to different loads of physical effort involved in both training and competition.

Over recent years, the interest to obtain an accurate measurement of HRV in field conditions has resulted in the development of telemetric technology capable of detecting and capturing R-R interval signals. A wide variety of devices have been tested in field and laboratory conditions but the Polar S810i heart rate monitor (Polar) has become the most popular system and several studies have been performed to assess the valid-

ity of the interval recording and the HRV measures obtained by Polar in different conditions [9, 10, 12, 15, 19, 24, 28]. However, some of these studies have reported errors in Polar's detection of R-R intervals compared to other validated ECG systems [10,15]. Thus, the analysis and calculation of HRV indices require the previous depuration of R-R raw data by means of applying a correction protocol. This is a complicated and cumbersome process that must be done *a posteriori*, with expert knowledge and specific experience.

Within sports and exercise practice, some of the world's elite Olympic training centres and top level professional sports teams have been using the Omega Wave Sport System (OWS; Eugene, OR), an innovative device to assess HRV and athlete's current physical status. The popularity of this system in the practice domain is due to its quick, non-stressful and non-invasive testing that enables time and frequency domain indices to be obtained immediately upon completion of the testing. Furthermore, OWS halts registration when a loss in signal is detected during the test. Hence, the raw data obtained is always free of artifacts or measurement errors. However, to our

accepted after revision
January 18, 2010

Bibliography

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1248319>
Published online:
February 23, 2010
Int J Sports Med 2010; 31:
336–341 © Georg Thieme
Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 0172-4622

Correspondence

Eva Parrado
Universitat Autònoma de
Barcelona
Laboratori de Psicologia de
l'Esport Ed B
08193 Bellaterra
Spain
Tel.: +34/93/58 683 95
Fax: +34/93/581 33 29
eva.parrado@uab.cat

knowledge, in scientific literature, there exist very few studies that have used the OWS as a recording system to assess HRV [3, 4] and, no study has attempted to assess its accuracy to detect R-R interval signals and HRV measurements.

The aim of the present study was therefore to compare R-R interval data and HRV indices obtained from two field-based devices, the Polar S810i (Polar) and the Omega Wave Sport System (OWS).

Methods

Participants

A sample of 96 healthy undergraduate students (23 men and 73 women; age: 22.97 ± 5.62 yr) agreed to participate in the study. A week before the study, all of the participants attended an acclimatisation visit which included an information session about the nature of the study, the potential risks involved and its benefits, and all the participants received a booklet with some specifications related to some variables which could affect HRV analysis. Specifically, they were asked to avoid strenuous physical activity, caffeinated and alcoholic beverages and taking non-essential medicines in the 24 h prior to the laboratory session, to avoid smoking and eating a heavy meal in the 3 h prior to the laboratory session, and to sleep at least 6 h the night prior to the laboratory session. Participants completed the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) [27] with no subjects reporting symptoms of physical abnormalities related to heart conditions, high blood pressure or heart drugs, bone and joint problems, chest pain during activity, chest pain at rest, loss of balance or dizziness, and thus no participants were excluded. During the entire session participants had the possibility to leave the study and their confidentiality was assured. All participants were volunteers and provided written informed consent. The protocol was reviewed and approved by the local ethics committee and meets the Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research [13].

Experimental Design

Each participant wore an elastic electrode belt (T61, Polar Electro Oy) placed below the chest muscles with a conductive gel, applied as described by the manufacturer, and four peripheral ECG Limb electrode-clips were attached after the skin of the participants had been cleaned. The electrodes were placed in accordance with the standard configuration for a 3-lead ECG (Black, right ankle; Green, left ankle (VL); Red, right wrist (VR); Yellow, left wrist (VF)) and the leads were connected to the OWS. Participants rested comfortably during the session in a supine position in a quiet, semi-dark room maintained at a temperature of 19–23 °C. After 3 min of rest lying down, participants were asked to remain supine and still for 10 min without speaking or making any movements. HRV data were registered continuously for 10 min, 5 min of free breathing and 5 min of paced breathing at the frequency of 0.20 Hz. To control the researcher bias and the respiratory influence all participants listened to an audio CD with the general instructions to participants about the procedures and tasks during registration, followed by 5 min of silence (for HRV data collection during free breathing condition) and 5 more minutes of auditory instructions to guide breathing frequency to participants (for HRV data collection during paced breathing condition). No attempt was made to control the tidal volume.

Data acquisition

R-R intervals were recorded simultaneously using the Polar with a resolution of 1 ms, and the OWS with a resolution of 2 ms. For the Polar recording, R-R intervals were captured by the receptor belt and stored by a wrist watch receiver (Polar S810i). Next, the data were transferred to the Polar Precision Performance Software (release 3.00; Polar Electro Oy, Kempele, Finland), by means of an interface with an infrared device for signal emission and R-R intervals were exported under ASCII format. The OWS comprises a software package that analyzes HRV information loaded onto a laptop computer. The computer connects to the ECG leads by a transceiver box which is responsible for digitizing the signal for processing within the computer. The digitized signal was filtered from 0.05 Hz to 120 Hz, in accordance with common standards for ECG readings, and processed by the OWS software to obtain the R-R series. The OWS device complies with all guidelines recommended by the Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology standards for measurement of HRV [25].

HRV data analysis

The R-R signals were processed using a specific software program designed in the MATLAB environment. The signals were processed according to the following steps: i) artifact correction; ii) R-R interval synchronization; iii) HRV indices calculation.

Artifact Correction

Artifacts were identified and corrected automatically prior to analysis. In short, if the change from one R-R interval to the next exceeds the interquartile range of the differentiated R-R time series ten-fold then it is decided that an artifact is present. The artifact is then classified as a missing beat, extra beat or ectopic like beat. For a missing beat, the corrected R-R interval is obtained by adding as many consecutive R-R intervals to obtain a value close to mean of the previous ten R-R intervals. An extra beat is split in as many R-R intervals with equal value as needed to be close to the mean of the previous ten R-R intervals. An ectopic like beat is substituted with two equal R-R intervals corresponding to the mean of the two R-R intervals involved in the ectopic like beat.

R-R Interval Synchronization

The R-R intervals from the Polar and OWS were synchronized for further analysis using temporal “event” markers. Then fine alignment of the series was carried out using the cross-correlation function between both series and visual inspection.

Time and Frequency Domain Measures

Time domain analysis was done in accordance with the current recommendations [25]. The mean NN interval, the standard deviation of all NN intervals (SDNN) and the root mean square of differences (RMSSD) of successive NN intervals were calculated. For frequency domain analysis, all R-R series were re-sampled at 3 Hz using a cubic spline prior to the HRV analysis. The power spectrum of the re-sampled time series was estimated using the Fast Fourier Transform after removing the mean of the time series and multiplying the time series by a Hanning window. The power of

the very low frequency band (PVLf) was estimated by integrating the power spectrum for frequencies lower than 0.04 Hz. Accordingly, the power of the low frequency band (PLF) was computed in the band 0.04–0.15 Hz and the power of the high frequency band (PHF) was computed in the band 0.15–0.4 Hz. Moreover, the PLF/PHF was computed as the ratio PLF/PHF. The calculation of these indices is consistent with the recommendations of the Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology [25].

Non-linear Analysis

In recent years a new approach has been introduced to characterize the variability of the R-R series based on the analysis of non-linear dynamics. There are several indices associated with these methods so we have selected a few. A Poincaré plot was calculated for consecutive beats (RR_i, RR_{i+1}) and the standard deviation along the line of identity and along its perpendicular was calculated. The SD2 index represents the slow variability of the R-R series, while the SD1 index represents the instantaneous beat to beat variability [26]. The detrended fluctuation analysis (DFA) was used in order to obtain the indices α_1 and α_2 that quantify the fractal-like correlation properties of the time series [20]. α_1 is the short-term scaling exponent (< 10 beats) while α_2 is the long-term scaling exponent (between 11 and 50 beats). The complexity of the time series was assessed with the Approximate Entropy (ApEn). In this study we have used an embedding dimension of 2 and a ratio of the neighborhood of 0.2 times the standard deviation of the time series [21]. Finally, we assessed the autocorrelation scaling of the time series in the short range with the acceleration changes index (ACI) proposed in García-González et al. [11].

Statistical analysis

The calculation of HRV indexes and Bland-Altman plots was made with MATLAB environment. The SPSS program for Windows (v.16.0) was used to perform standard statistical methods to compare HRV indexes. General linear model (GLM) was used to detect possible differences in HRV parameters calculated from Polar and OWS, and to calculate the effect size (ES) accordingly. The difference was considered small when $ES \leq 0.2$, moderate when $ES \leq 0.5$, and great when $ES > 0.8$ [7]. From applied GLM means and standard deviations, bias, and limits of agreement (LoA) for both conditions, free and paced breathing were also calculated. Pearson's product-moment correlation coefficient was used to assess the degree to which individuals of this sample with repeated measurements maintain their position for each parameter in the two analysis systems. Homogeneity of variance and homoscedasticity were verified by Levene tests. The Bland-Altman plots of the corrected Polar and the OWS RR time series were obtained for free and paced breathing as well as the Bland-Altman plots of those RR intervals that do not need correction in the Polar. A one-way analysis of variance (1-ANOVA) for the differences between the two devices was calculated to determine the influence of between subjects variability. The limits of agreement (LoA) for 95% were computed as recommended by Bland-Altman [5]. This method considers the repeated differences between the two devices on the same subject and that for the differences between averages of the two devices across subjects. Statistical significance was set at $p=0.05$ level for all analysis.

Results

Ninety participants were satisfactorily measured. Six participants were eliminated from the study due to the high density of artifacts in the Polar monitor while measuring simultaneously with the OWS. The analysis of the data collected is a slight variation of the procedure adopted by Gamelin et al. [10]. In total, 30678 and 31414 R-R intervals were detected during free breathing and during paced breathing conditions for the Polar, including artifacts in the measurement. Within 30471 (free breathing) and 31188 (paced breathing) did not need correction. The OWS provided a total of 30919 and 31696 R-R intervals, for free and paced breathing conditions, respectively, without artifacts. **Table 1** shows the number of artifacts detected and classified as extra beat, missing beat or ectopic like beat. As can be observed, the most recurrent kind of artifact is missing one or several beats. No measurement errors were detected by the OWS. **Fig. 1** shows the Bland-Altman plots for R-R time intervals that do not require any correction. The bias is negligible and there is no noticeable difference between free and paced breathing. **Fig. 2** shows the Bland-Altman plots for R-R time intervals after artifact correction of the Polar monitor time series. As in **Fig. 1**, the bias is very low. The higher standard deviation of the differences is explained by the presence of a low number of differences with a high value due to the correction of artifacts. Nevertheless the percentiles remain constant. The 1-ANOVA showed no significant difference between subjects ($p > 0.999$).

The comparison of HRV parameters between the two devices, for free and paced breathing conditions, is reported in **Tables 2** and **3**. There were no significant differences for time domain, frequency domain and non-linear indices obtained from corrected Polar and OWS, except for PHF and ACI in both free and paced breathing conditions ($p < 0.05$). All parameters show a small ES.

The Pearson's correlation coefficients of parameters obtained by the two devices were all above 0.96, except for ACI in paced breathing condition and ApEn in free breathing conditions (**Tables 2** and **3**).

Discussion

This study was performed to compare R-R interval data and HRV indices derived from two field-based devices, the Polar S810i and the Omega Wave Sport System. The results provide consistent HRV measurement via R-R interval derived from Polar and OWS, suggesting that both devices are valid for collecting R-R interval signals and assessing HRV in field conditions at rest, during free and paced breathing conditions.

In our study, the error rate in the detection of R-R signals observed for Polar was 1.5%, noticeably higher than the error rate noted in previous studies that reported a rate of 0.32–0.40%

Table 1 Number of artifacts found in the R-R time series from the Polar monitor in free and paced breathing from a total of 30678 and 31414 beats respectively.

Description of artifact	Free	Paced
extra beats	8	1
missing beats	155	171
ectopic like beat	21	16

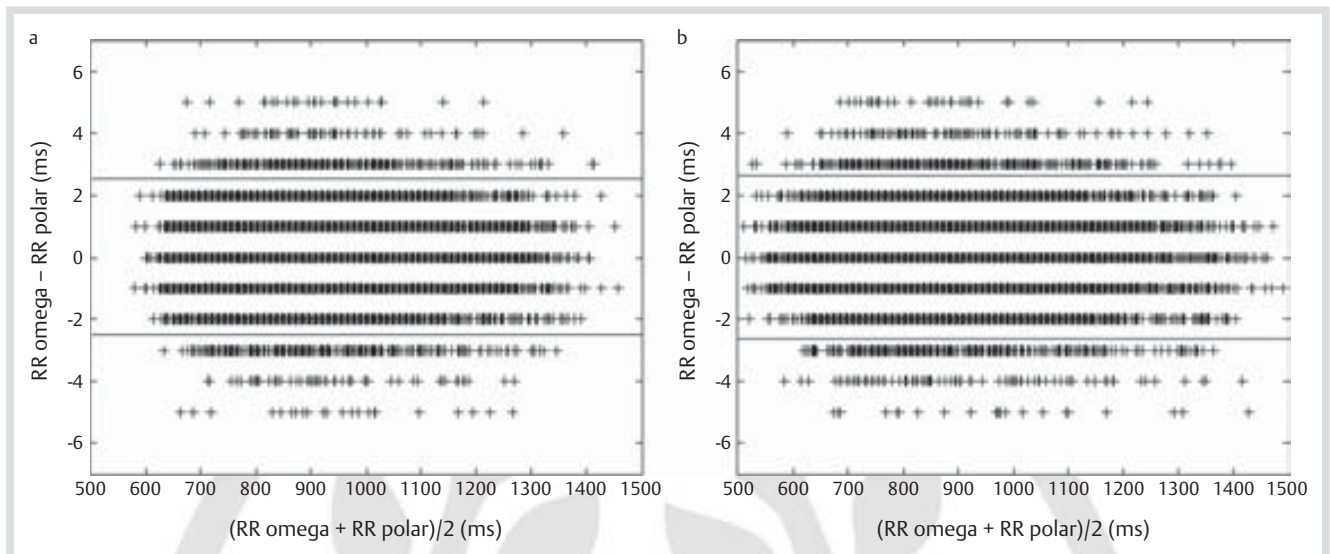


Fig. 1 Bland-Altman plots for R-R intervals that do not require correction. The horizontal lines show the LoA's of the differences following the methodology described in Bland and Altman [5]. **a)** Results for free breathing (30471 R-R intervals, bias (mean of differences): $-15 \mu\text{s}$, standard deviation of the differences: 1.29 ms). **b)** Results for paced breathing at 12 breaths/min (31188 R-R intervals, bias: $-15 \mu\text{s}$, standard deviation of the differences: 1.36 ms).

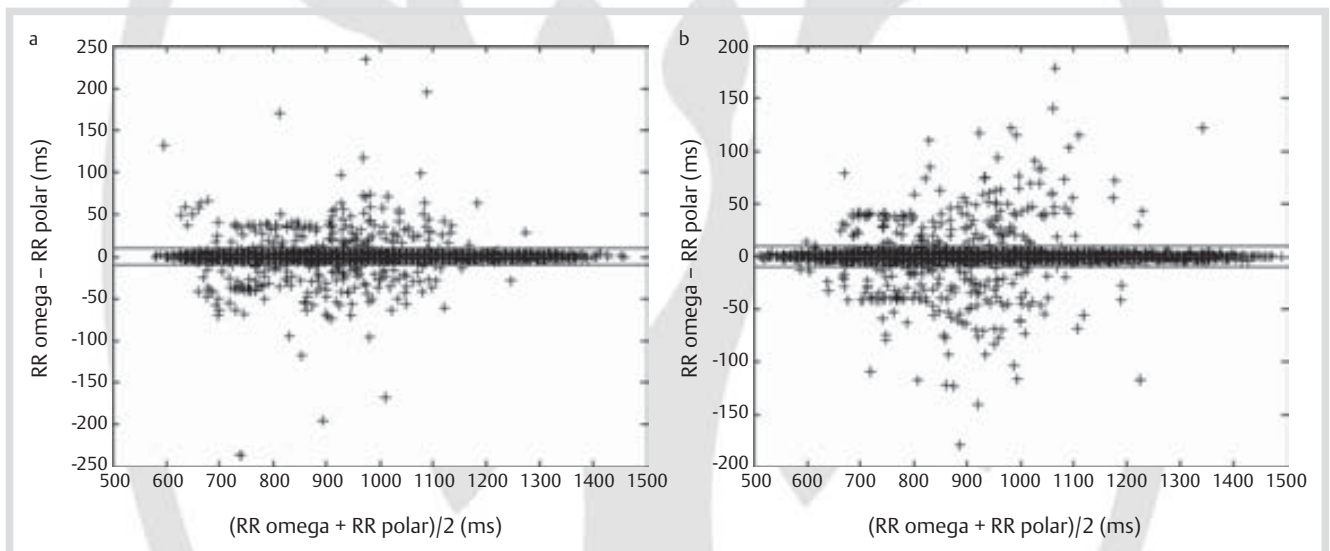


Fig. 2 Bland-Altman plots for R-R intervals after artifact correction. The horizontal lines show the LoA's of the differences following the methodology described in Bland and Altman [5]. **a)** Results for free breathing (30919 R-R intervals, bias (mean of differences): $-17 \mu\text{s}$, standard deviation of the differences: 4.96 ms). **b)** Results for paced breathing at 12 breaths/min (31696 R-R intervals, bias: $-14 \mu\text{s}$, standard deviation of the differences: 5.24 ms).

[10,15]. As reported by Gamelin et al., [10] the most recurrent error was missing one or several beats for both free and paced breathing conditions, representing 82.24% and 90.96%, respectively, of the total number of artifacts found in the R-R time series for the Polar. As Gamelin et al. [10] noted, the possible cause of the recurrence on this kind of artifacts could be the lack of contact between the skin and the elastic electrode belt, and the different algorithm of R-wave detection used by each device. However, on the contrary, the OWS has not reported errors in the detection of R-R intervals. This is, probably, the main advantage that this new system to assess HRV presents. When an artifact or some noise is detected during the capturing of R-R intervals, the software of the OWS stops the test, and does not allow a new registration to be started until the sensors are attached correctly ensuring the ECG signal is correctly captured and consequently the R-wave detected. Although this could be

seen as a disadvantage when the timing of the collecting data is vital, the stopping of the test is relatively rare occurrence when the athlete is at a stabilized, resting state during data collection. Besides, this is important because OWS enables an immediate feedback of the HRV status to be obtained without the application of a correction protocol, which requires specific and expert knowledge. On the contrary, the Polar system only enables artifacts to be detected after R-R raw data has been downloaded and saved on the computer, preventing immediate feedback from being obtained. Moreover, previous studies have proven disagreement in the application of the methods of correction [10,15,18].

In relation to the consistency between the two systems regarding HRV indices assessment, as in previous studies [10,24] we observed a good correlation between time domain parameters obtained simultaneously via the Polar and OWS systems in a

Table 2 Heart rate variability parameters obtained from the Polar and OWS (means ± SD), correlation between Polar and OWS parameters, bias, magnitude of the bias, and limit of agreement (LoA) in free breathing.

Parameter	Polar	OWS	Correlation (r) ^b	Bias	LoA	Magnitude of the bias	
						ES	Interpretation
SDNN (ms)	64.65±22.52	64.68±22.65	0.99	0.04	-0.07 to 0.14	0.006	small
RMSSD (ms)	61.08±30.03	60.94±30.31	0.99	-0.15	-0.43 to 0.14	0.012	small
PVLF (ms ²)	1023.11±892.04	1023.03±891.61	0.99	-0.08	-0.59 to 0.42	0.001	small
PLF (ms ²)	1247.12±936.16	1254.14±949.97	0.99	7.02	-3.92 to 17.95	0.018	small
PHF (ms ²)	1839.77±1999.37	1848.75±2015.07 ^a	0.99	8.98	1.73 to 16.22	0.064	small
LF/HF	1.23±1.50	1.25±1.56	0.99	0.02	-0.02 to 0.05	0.010	small
α ₁	1.03±0.30	1.03±0.30	0.99	-0.002	-0.01 to 0.01	0.001	small
α ₂	0.65±0.24	0.65±0.24	0.99	-0.001	-0.004 to 0.003	0.001	small
ApEn	1.10±0.09	1.10±0.09	0.94	-0.002	-0.01 to 0.01	0.002	small
SD1 (ms)	43.19±21.23	43.09±21.43	0.99	-0.10	-0.31 to 0.10	0.011	small
SD2 (ms)	79.86±26.07	79.96±26.18	0.99	0.10	-0.02 to 0.21	0.031	small
ACI	0.23±0.12	0.22±0.12 ^a	0.98	-0.01	-0.01 to -0.003	0.091	small

Bias: Difference between Polar and OWS parameters

SDNN (ms), standard deviation of all NN intervals; RMSSD (ms), root mean square of differences; SD1 (ms) instantaneous beat-to-beat variability of the data; SD2 (ms) slow variability of heart rate; VLF (ms²), very low frequency; LF (ms²), low frequency; HF (ms²), high frequency; LF/HF, LF/HF quotient; α₁, short-term scaling exponent; α₂, long-term scaling exponent; ApEn, Approximate entropy; ACI, acceleration change index

Significantly different from the POLAR parameter (p<0.05); ^b All correlations are significant (p<0.001)

Table 3 Heart rate variability parameters obtained from the Polar and OWS (means and SD), correlation between Polar and OWS parameters, bias, magnitude of the bias, and limit of agreement (LoA) in paced breathing.

Parameter	Polar	OWS	Correlation (r) ^b	Bias	LoA	Magnitude of the bias	
						ES	Interpretation
SDNN (ms)	74.38±29.55	74.39±29.63	0.99	0.02	-0.05 to 0.08	0.002	small
RMSSD (ms)	73.85±38.92	73.73±39.06	0.99	-0.12	-0.28 to 0.03	0.028	small
PVLF (ms ²)	1046.09±1238.27	1046.38±1237.36	0.99	0.29	-0.47 to 1.06	0.006	small
PLF (ms ²)	691.96±584.73	693.18±587.44	0.99	1.22	-2.64 to 5.08	0.004	small
PHF (ms ²)	3916.55±3688.94	3929.84±3701.00 ^a	0.99	13.29	0.12 to 26.46	0.043	small
LF/HF	0.35±0.76	0.35±0.76	0.99	-0.001	-0.003 to 0.001	0.005	small
α ₁	1.18±0.30	1.18±0.30	0.99	0.0002	-0.01 to 0.01	0.000	small
α ₂	0.50±0.23	0.50±0.23	0.99	-0.001	-0.003 to 0.002	0.004	small
ApEn	1.00±0.10	1.00±0.10	0.97	-0.01	-0.01 to 0	0.043	small
SD1 (ms)	52.22±27.52	52.13±27.62	0.99	-0.09	-0.20 to 0.02	0.028	small
SD2 (ms)	90.66±33.05	90.72±33.14	0.99	0.06	-0.03 to 0.15	0.022	small
ACI	0.10±0.09	0.09±0.09 ^a	0.93	-0.01	-0.02 to -0.004	0.097	small

Bias: Difference between Polar and OWS parameters

SDNN (ms), standard deviation of all NN intervals; RMSSD (ms), root mean square of differences; SD1 (ms) instantaneous beat-to-beat variability of the data; SD2 (ms) slow variability of heart rate; VLF (ms²), very low frequency; LF (ms²), low frequency; HF (ms²), high frequency; LF/HF, LF/HF quotient; α₁, short-term scaling exponent; α₂, long-term scaling exponent; ApEn, Approximate entropy; ACI, acceleration change index

Significantly different from the POLAR parameter (p<0.05); ^b All correlations are significant (p<0.001)

paced breathing condition, displaying a correlation coefficient above 0.96 (p<0.001). The same correlation was obtained for a free breathing condition (r=0.99, p<0.001). No differences were found for either free or paced breathing conditions.

In the frequency domain parameters, the differences observed for the parameters PVLF, PLF and PHF/PLF were statistically non-significant but PHF was slightly higher for OWS than Polar for both free (p=0.016) and paced breathing (p=0.048). This difference could be attributed to the correction of artifacts that modify very high frequency components smoothing the R-R time series. Nevertheless, the PHF parameter displayed a coefficient of correlation equal to 0.99 (p<0.001) in both experimental conditions, the magnitude of the difference was small (ES=0.064 and 0.043, respectively) and LoA were narrow (see Tables 2 and 3), indicating similar results in both systems.

For the analysis of HRV measurement, in this study we have reported indices based on the non-linear dynamics because recent literature recommends its use [1,22]. Again, there were no significant differences for these parameters (α₁, α₂, ApEn)

and the Poincaré plot analysis, except for ACI in both experimental conditions (p<0.05). ACI represents the dynamics of the R-R series [11]. So, like PHF, ACI is very sensitive to the very high frequencies and could be affected by the artifacts in the Polar registration. However, again the correlation found for this parameter was good in both free (r=0.98, p<0.001) and paced breathing (r=0.93, p<0.001), the magnitude of the difference was small (ES=0.091 and 0.097, respectively), and LoA were narrow (see Tables 2 and 3). The Poincaré plot analysis seems to be valid as reported by Gamelin et al. [10] in their study in the supine position.

In our study we assessed HRV in two conditions, for 5 min of free and 5 min of paced breathing at rest. As we noted, in both conditions the devices assess HRV accurately at rest. Nevertheless, the features of OWS do not allow registration either in a standing position or during exercise. On the contrary, Polar has proved to be valid during low intensity exercise [15] and in a standing position [10].

All of the results of this study suggest that both field-based systems of acquisition of R-R interval signals are valid. They support previous literature that validates the use of the Polar to measure HRV in a supine position in paced breathing [10,24], but we also observed several errors in the detection of R-waves. On the contrary, the narrow LoA demonstrates the agreement between Polar and OWS, and the good correlations and small ES demonstrate the validity of both devices to measure HRV, suggesting that OWS could be a good alternative to Polar in field-based conditions. The OWS reports any error during the acquisition, allowing the user to obtain immediate feedback from the HRV assessment, so the sport specialist can obtain the status of HRV in real time without needing to apply a complicated process of correction of the errors. Nevertheless, it is important to note that OWS is considerably more expensive than Polar, so the use of this device may be limited to federations, committees or elite clubs that could afford the high cost of the system. Furthermore, we have analyzed HRV parameters by means of specific software, different from the software included by the device manufacturer and therefore in this study we have not reviewed the on-line analysis and thus cannot comment on the stand alone properties of this machine. We agree with Nunnan et al. [18] that this type of analysis is very complicated and bears little resemblance to the user-friendly HRV analysis procedure intended by the Polar or, in our study, by the OWS analysis system. These authors demonstrate that HRV indices obtained by Polar accompanying software have no appreciable bias or additional random error in comparison with criterion measures from another data acquisition or processing system. The findings of this study support the use of both Polar S810i and OWS devices. Both systems are able to detect RR-interval signal, but OWS provides improved raw data recordings always without artifacts. This is important in field research, either in a laboratory setting or in field studies. Moreover, as we argued, in sports and exercise practice OWS is a valid, quick and non-invasive tool for data collection and analysis. Unlike Polar device, OWS enables real-time feedback of data recording with no need of saving and editing. Nevertheless, in this sense, future research would be directed towards assessing the validity of OWS measurements and its accompanying analysis system.

Acknowledgements

This study was supported by DEP2006-56125-CO3 from Consejo Superior de Deportes, PSI2008-06417-CO3 from Ministerio de Ciencia e Innovación of Spain Government and Departament d'Educació i Universitats from Generalitat de Catalunya and Fons Social Europeu.

References

- Acharya UR, Joseph P, Kannathal N, Lim C, Suri J. Heart rate variability: a review. *Med Bio Eng Comput* 2006; 44: 1031-1051
- Anosov O, Patzak A, Kononovich Y, Persson PB. High-frequency oscillations of the heart rate during ramp load reflect the human anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol* 2000; 83: 388-3104
- Berkoff DJ, Cairns CB, Sanchez LD, Moorman CT. Heart rate variability in elite American track-and-field athletes. *J Strength Condit Res* 2007; 21: 227-231
- Berkoff DJ, Mall N, Moorman CT, Cairns CB. Easily accessible and accurate method to assess heart rate variability in humans. *Acad Emerg Med* 2005; 12: 88
- Bland MJ, Altman DG. Agreement between methods of measurement with multiple observations per individual. *J Biopharm Stat* 2007; 17: 571-582
- Buchheit M, Gindre C. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2006; 291: 451-458
- Cohen J (ed). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates; 1988
- Cottin F, Médigue C, Lopes P, Leprêtre PM, Heubert R, Billat V. Ventilatory thresholds assessment from heart rate variability during an incremental exhaustive running test. *Int J Sports Med* 2007; 28: 287-294
- Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Bosquet L. Validity of the Polar S810 to measure R-R intervals in children. *Int J Sports Med* 2008; 29: 134-138
- Gamelin FX, Berthoin S, Bosquet L. Validity of the Polar S810 Heart Rate Monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports Exer* 2006; 38: 887-893
- García-González MA, Ramos-Castro J, Fernández-Chimeno M. A new index for the analysis of heart rate variability dynamics: characterization and application. *Physiol Meas* 2003; 24: 819-832
- Grossi Porto LG, Junqueira LF. Comparison of time-domain short-term heart rate variability analysis using a wrist-worn heart rate monitor and the conventional electrocardiogram. *Pacing Clin Electrophysiol* 2009; 32: 43-51
- Harriss DJ, Atkinson G. International Journal of Sports Medicine – Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research. *Int J Sports Med* 2009; 30: 701-702
- Karavirta L, Tulppo MP, Laaksonen DE, Nyman K, Laukkanen RT, Kinnunen H, Hakkinen A, Hakkinen K. Heart rate dynamics after combined endurance and strength training in older men. *Med Sci Sports Exer* 2009; 41: 1436-1443
- Kingsley M, Lewis MJ, Marson RE. Comparison of Polar 810s and an ambulatory system for RR interval measurement during progressive exercise. *Int J Sports Med* 2005; 26: 39-44
- Kiviniemi A, Hautala A, Kinnunen H, Tulppo M. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *Eur J Appl Physiol* 2007; 101: 743-751
- Montano N, Porta A, Cogliati C, Costantino G, Tobaldini E, Casali KR, Iellamo F. Heart rate variability explored in the frequency domain: A tool to investigate the link between heart and behavior. *Neurosci Biobehav Rev* 2009; 33: 71-80
- Nunan D, Donovan G, Jakovljevic DG, Hodges LD, Sandercock GRH, Brodie DA. Validity and reliability of short-term heart rate variability from the Polar S810. *Med Sci Sports Exer* 2009; 41: 243-250
- Nunan D, Jakovljevic DG, Donovan G, Hodges LD, Sandercock GRH, Brodie DA. Levels of agreement for RR intervals and short-term heart rate variability obtained from the Polar S810 and an alternative system. *Eur J Appl Physiol* 2008; 103: 529-537
- Pikkujamsa SM, Makikallio TH, Sourander LB, Raiha IJ, Puukka P, Skytta J, Peng CK, Goldberger AL, Huikuri HV. Cardiac Interbeat Interval Dynamics From Childhood to Senescence: Comparison of conventional and new measures based on Fractals and Chaos Theory. *Circulation* 1999; 100: 393-399
- Pincus SM. Approximate entropy as a measure of system complexity. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 1991; 88: 2297-2301
- Platisa MM, Mazic S, Nestorovic Z, Gal V. Complexity of heartbeat interval series in young healthy trained and untrained men. *Physiol Meas* 2008; 29: 439-450
- Pumprla J, Howorka K, Groves D, Chester M, Nolan J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *Int J Cardiol* 2002; 84: 1-14
- Radespiel-Tröger M, Rauh R, Mahlke C, Gottschalk T, Mück-Weymann M. Agreement of two different methods for measurement of heart rate variability. *Clin Auton Res* 2003; 13: 99-102
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart-rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation* 1996; 93: 1043-1065
- Tulppo MP, Makikallio TH, Takala TE, Seppanen T, Huikuri HV. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 1996; 271: H244-H252
- Thomas S, Reading J, Shephard RJ. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Can J Appl Sport Sci* 1992; 17: 338-345
- Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res* 2008; 41: 854-859

7.5. ANNEX V. ARTICLE 5.

Parrado, E., Cervantes, J.C., Pintanel, M., Rodas, G., i Capdevila, Ll. (2010). Perceived tiredness and heart rate variability in relation to overload during a field hockey world cup. *Perceptual and Motor Skills*, 110, 1-15.

PERCEIVED TIREDNESS AND HEART RATE
VARIABILITY IN RELATION TO OVERLOAD
DURING A FIELD HOCKEY WORLD CUP^{1,2}

EVA PARRADO, JULIO CERVANTES, MÒNICA PINTANEL

*Laboratory of Sport Psychology
Universitat Autònoma de Barcelona*

GIL RODAS

LLUÍS CAPDEVILA

*Futbol Club Barcelona (Medical Services) and
Spanish Hockey Federation, Barcelona*

*Laboratory of Sport Psychology
Universitat Autònoma de Barcelona*

Summary.—The aim of the study was to examine the utility of perceived tiredness to predict cardiac autonomic response to overload among field hockey players during the 2006 World Cup. The French Society for Sports Medicine (SFMS) questionnaire was administered at the start of the Cup to evaluate perception of tiredness. Autonomic function was assessed nine days later at the semifinal match by time and frequency domain analysis of heart rate variability. An anxiety questionnaire was administered so that the effect of precompetitive anxiety on heart rate variability could be controlled. Results showed a negative correlation between perceived tiredness scores and time domain indexes, and a positive correlation of perceived tiredness scores and the high frequency component ratio (LF/HF ratio) of heart rate variability. Anxiety did not influence the precompetitive cardiac response despite somatic anxiety's correlation with sympathetic response (LF/HF ratio) and tiredness scores. Perceived tiredness predicted the autonomic cardiac response to competitive overload. Thus, the perceived tiredness assessment would be a good early marker of fatigue and overload states during competition.

Overtraining syndrome is a complex phenomenon with a variety of signs and symptoms which make its diagnosis one of the most complicated tasks in sport sciences. Furthermore, since the transition from tiredness to overreaching and overtraining may occur gradually, diagnosis can only be done in retrospect when acute fatigue and alterations in mood states are accompanied by underperformance. Substantial research efforts have been done to find reliable markers and in this sense, several potential indicators have been identified. Unfortunately, findings are inconsistent. Most of the studies related to overtraining, overreaching, and tiredness states are confined to identifying variations in certain physiological,

¹Address correspondence to Lluís Capdevila, Departament de Psicologia Bàsica, Evolutiva i de l'Educació, Edifici B. Universitat Autònoma de Barcelona, 08193, Bellaterra, Barcelona, Spain or e-mail (lluis.capdevila@uab.es).

²Supported by DEP2006-56125-C03-01/PREV grant from Consejo Superior de Deportes, and PSI2008-06417-C03/PSIC grants from Ministerio de Ciencia e Innovación of the Spanish government.

haematological, biochemical, hormonal, immunological, and psychological variables as a consequence of increases in training load (Pierce, 2002; Filaire, Lac, & Pequignot, 2003; Coutts, Slattery, & Wallace, 2007). Notwithstanding, these altered states can occur not only as a consequence of training stressors, but non-training and competition stressors. Since overreaching and overtraining in team sports athletes can influence the success of a team during competition (Lehmann, Schnee, Scheu, Stockhausen, & Bachl, 1992; Naessens, Chandler, Kibler, & Driessens, 2000; Filaire, Bernain, Sagnol, & Lac, 2001; Purge, Jürimäe, & Jürimäe, 2005), it is desirable to develop practical and reliable tools capable of detecting and diagnosing states of overtraining and tiredness either in training or competition setting.

In this sense, it has been shown that states of overtraining and tiredness are related to a predominance of sympathetic nervous system activity and a reduction in heart rate variability when resting, which can lead to situations of poor adaptation to training and competition, or the lack of recovery from stress and burnout (De Meersman, 1993; Baumert, Brechtel, Lock, Hermsdorf, Wolff, Baier, *et al.*, 2006; Hynynen, Uusitalo, Konttinen, & Rusko, 2006). It has been found that decreased heart rate variability could be an indicator of impending fatigue (Uusitalo, Huttunen, Hannin, Uusitalo, & Rusko, 1998), and interindividual changes have been observed in terms of the sympathetic-vagal equilibrium that enable modulation of training and act in advance of the occurrence of overtraining syndrome (Iellamo, Pigozzi, Spataro, Lucini, & Pagani, 2004). Furthermore, the analysis of heart rate variability has been established as a valuable noninvasive tool to assess the status of the cardiovascular autonomic function and its sympatho-vagal imbalance (Askelrod, Gordon, Ubel, Shannon, Barger, & Cohen, 1981; Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996). In fact, in terms of time and frequency domains, heart rate variability has proven useful for evaluating the adaptation of the autonomous nervous system to different physical loads involved both in training and competition. Time domain analysis is a popular method of analysis due to the simplicity on the computation of its indexes. The most frequently used parameters in time domain analysis to assess the relation between fatigue and cardiac function are the square root of the mean squared successive differences between adjacent RR intervals over the entire recording (RMSSD), and the percentage of successive interval differences larger than 50 msec. computed over the entire recording (pNN50), where the RR interval is the time elapsing between two consecutive heart beats. Some studies have reported a decrease in these parameters in overtrained athletes (Pichot, Busso, Roche, Garte, Costes, Duverney, *et al.*, 2002; Sztajzel, Jung, Sievert, & Bayes de Luna, 2008).

The specific activity of each branch of the autonomic nervous system can be estimated using frequency domain analysis. The spectral energy of the high frequency (HF) band (0.15–0.40 Hz) is under parasympathetic control, whereas that of the low frequency (LF) band (0.004–0.15 Hz) reflects both sympathetic and parasympathetic control. Consequently, the LF/HF ratio is an index of the sympatho-vagal imbalance, and is considered with other heart rate indexes to be a noninvasive measure of the autonomic cardiovascular control. In this sense, Bosquet, Merkari, Arvaisais, and Aubert (2008) conducted a meta-analysis to identify a valid measure to be used as a marker of overtraining, and they found a small increase in the cardiovascular autonomic balance; however, this was limited to short-term overload.

Psychological assessment is purported to be an effective means of assessing individuals' responses to sport participation (Jürimäe, Mäestu, Purge, & Jürimäe, 2004). Among its advantages it is noteworthy that these measures appear to be sensitive to the short-term and the long-term training distress across a range of different sports (Morgan, Brown, Raglin, O'Connor, & Ellickson, 1987), since psychological disturbances coincide with physiological and performance changes and are generally precursors of neuroendocrine disturbances (Meeusen, Duclos, Gleeson, Rietjens, Steinacker, & Urhausen, 2006). Some other advantages include the speed (Kellman, 2002) and efficiency of these inexpensive and noninvasive assessments (Main & Grove, 2009). Thus, psychological measurement may provide a practical tool for recognizing overtraining and tiredness states in its early stages (Coutts, Wallace, & Slattey, 2007). In fact, it is known that sympatho-vagal imbalance is associated with psychological factors such as cognitive stress (Iellamo, Legramante, Pigozzi, Spataro, Norbiato, Lucini, *et al.*, 2002) and altered mood states (Nuissier, Chapelot, Vallet, & Pichon, 2007). However, very few studies have related changes in heart rate variability and cognitive aspects with regard to tiredness states. Self-reported perception of tiredness has been shown to be predictive of overtraining (Main & Grove, 2009). Measurement of both perceived tiredness and heart rate variability within a sample of elite athletes during competition has not been reported.

In this sense, the group of consensus of the "French Society for Sports Medicine" (SFMS; Legros & the Group "Surentraînement," 1993) proposed a standardized questionnaire which taps 54 clinical symptoms of overtraining syndrome, allowing the calculation of a score of perceived tiredness and overtraining states. In this regard, Maso, Lac, and Brun, (2005) proposed scores of the SFMS questionnaire (hereafter, "perceived tiredness scores") as an overtraining state threshold, and they demonstrated that scores below 20 are associated with training load favourable to physi-

cal performance. The questionnaire is easy to employ with a low risk of misunderstanding (Brun, 2003) and has been widely correlated with biological measures (Benhaddad, Bouix, Khaled, Micallef, Mercier, Bringer, *et al.*, 1999; Maso, Lac, Filaire, Michaux, & Robert, 2004; Varlet-Marie, Maso, Lac, & Brun, 2004; Varlet-Marie, Mercier, & Brun, 2006; Elloumi, Ounis, Tabka, Van Praagh, Michaux, & Lac, 2008).

It is worth mentioning that despite some studies' reports of conversion from vagal to sympathetic predominance with increased training load, in these investigations athletes were confronted with the stress of a world competition (Iellamo, *et al.*, 2002), which can obscure the effect of training overload (Buchheit, Simon, Piquard, Ehrhart, & Brandenberger, 2004). Thus, it is important to take into account the variable of mental stress to establish correct relations between perception of fatigue and alterations in heart rate variability. It is important to assess whether the anxiety inherent in competition modulates the sympathetic response instead of fatigue or tiredness. This anxiety can be evaluated from different measures such as the Competitive State Anxiety Inventory-2 (CSAI-2; Martens, Vealey, & Burton, 1990), which is considered valid and reliable in measuring the precompetitive anxiety state in a multidimensional manner, distinguishing between cognitive anxiety, somatic anxiety, and self-confidence.

This study was designed to examine the utility of perceived tiredness scores to predict autonomic cardiac response to training overload of field hockey players in a competitive setting. In this regard, the relationship between perceived tiredness scores assessed at the beginning of the 2006 field hockey World Cup and heart rate variability indexes assessed before the last significant match of the tournament was examined. In order to avoid possible conflation, precompetitive anxiety was controlled.

METHOD

Participants

Eight members of the Spanish men's field hockey team (M age = 23.1 yr., SD = 1.4) participated in the study. These athletes belonged to the 18-member national team of Spain at the 2006 Hockey World Cup in Germany and had all participated in at least three continental or international competitions. All participants were volunteers, and provided written informed consent to participate in the study and agreed to be sampled on two occasions by sport physicians. The protocol had been reviewed and approved by the local ethics committee. The anthropometric characteristics of the participants are displayed in Table 1.

Study Protocol

The study was conducted at the 2006 Hockey World Cup in Germany,

TABLE 1
ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS OF ELITE FIELD HOCKEY PLAYERS (N=8)

	M	SD	Min.	Max.
Age, yr.	23.13	4.02	18	30
Weight, kg	74.50	5.78	68	85
Height, cm	178.25	4.06	172	183
Body Mass Index, kg/m ²	23.43	1.42	21.46	25.95

which covered in total seven matches in 10 days. The participants were studied during the six matches that covered the participation of the team, since they were eliminated from competition after losing the semifinal match. The first assessment was carried out upon arrival at the team camp, where anthropometric measures were collected and the SFMS questionnaire was administered to assess perceived tiredness before the start of the Cup. Nine days later, on the morning of the semifinal after five World Cup matches, heart rate variability was assessed and the CSAI-2 was completed by each participant to assess the sympatho-vagal response and anxiety, respectively.

Measures

Perceived tiredness.—Participants completed the SFMS overtraining questionnaire proposed by the French Society for Sports Medicine (SFMS; Brun, 2003). This questionnaire consists of a list of 54 items referred to the reported clinical manifestations of the syndrome such as “My performances are poor,” “I often feel tired,” “I feel nervous, insecure, anxious,” or “My legs feel heavy.” Items require an answered response of “Yes” or “No” and the score is established by summing the “Yes” answers.

Heart rate variability.—The assessment of heart rate variability was performed between 8:30 and 10:00 a.m. in a semidark room maintained at a temperature of 20 to 24° C. After 5 min. of rest lying down, participants were asked to remain supine and still without speaking or making any movements, and heart rate variability data were registered continuously for 5 min. of natural breathing. Heart rate variability data was collected using Omega Wave Sport System (Eugene, OR), with a resolution of 2 msec. The Omega Wave Sport System has been validated for detecting RR intervals at rest (Parrado, Garcia, Ramos, Cervantes, Rodas, & Capdevila, in press). This system uses a three lead Electrocardiogram (ECG) which is connected to a computer by a transceiver box responsible for digitizing the signal for processing within the computer. The digitized signal was filtered, in accordance with common standards for ECG readings, and processed by the Omega Wave Sport System software to obtain the RR series. RR series were exported to the software created at the University of Kuo-

pio for advanced analysis of heart rate variability (Niskanen, Tarvainen, Ranta-Aho, & Karjalainen, 2004). For time domain analysis, the square root of the mean squared successive differences between adjacent RR intervals over the entire recording (RMSSD) and the percentage of successive interval differences larger than 50 msec. computed over the entire recording (pNN50) were calculated, and for frequency domain analysis the LF/HF ratio was computed. The calculation of these indices is consistent with the recommendations of the Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996).

State anxiety.—For the anxiety evaluation, the Competitive State Anxiety Inventory-2 (CSAI-2; Martens, *et al.*, 1990) questionnaire was administered after heart rate variability assessment to estimate the participants' anxiety before the match. The CSAI-2 consists of 27 items, nine for each subscale (cognitive anxiety, somatic anxiety, and self-confidence), rated on a 4-point Likert-type scale. All items were positively stated except Item 14, which was stated negatively and was reverse scored for the analyses. Scores ranged from 9 to 36 for each subscale. Higher scores on cognitive and somatic subscales are indicative of higher anxiety, whereas higher scores on the self-confidence subscale correspond to higher self-confidence.

Statistical Analysis

The Kolmogorov-Smirnov test indicated that all of the analysed variables were normally distributed. Pearson correlations and simple regressions were performed to analyse relationships between perceived tiredness and heart rate variability indexes and CSAI-2 subscale scores, and between heart rate variability indexes and CSAI-2 subscale scores. Analysis was performed using SPSS (Version 15.0) software and the significance threshold was set at $p < .05$.

RESULTS

Table 2 displays descriptive data of the eight field hockey players for the SFMS questionnaire scores before the start of the Cup, and heart rate variability time and frequency domain indexes and CSAI-2 scores for each subscale, assessed on the morning of the day of the semi-final match. None of the athletes' scores on perceived tiredness were above 20, the established overtraining threshold. Significant correlations were found between perceived tiredness scores and time and frequency domain heart rate variability indexes, and the somatic subscale of the CSAI-2 (Table 3).

The simple regression analysis showed a negative relationship be-

TABLE 2
DESCRIPTIVE DATA FOR THE SFMS QUESTIONNAIRE SCORES MEASURED AT THE ARRIVAL
AT THE TEAM CAMP AND HEART RATE VARIABILITY INDEXES AND CSAI-2 SCORES
MEASURED AT THE MORNING OF THE SEMIFINAL WORLD CUP MATCH

	M	SD	Min.	Max.
Perceived Tiredness Score (SFMS)	8.50	4.84	3	17
HRV indexes				
RMSSD	85.13	46.93	32	153
pNN50	21.70	8.96	4.8	31.8
LF/HF	1.725	0.78	0.7	3.1
Anxiety Scores (CSAI-2)				
Cognitive Anxiety	13.43	4.01	9	21
Somatic Anxiety	12.78	4.17	9	20
Self-Confidence	30.60	3.27	25	36

Note.—RMSSD, root mean square of differences of successive RR intervals; pNN50, proportion of differences between adjacent RR intervals of more than 50 ms; LF/HF, ratio LF (low frequency band; 0.04–0.15 Hz)/HF (high frequency band; 0.15–0.40 Hz).

tween perceived tiredness scores and RMSSD (Fig. 1a) and pNN50 (Fig. 1b), and a positive relationship with LF/HF ratio (Fig. 1c) and the somatic anxiety subscale of the CSAI-2 (Fig. 1d). None of the anxiety subscales had a significant relationship with HRV indexes with the exception of the somatic subscale, which showed a significant positive correlation with LF/HF (Fig. 2).

TABLE 3
PEARSON CORRELATIONS BETWEEN HEART RATE VARIABILITY, SOMATIC ANXIETY, AND
SFMS QUESTIONNAIRE SCORES AND BETWEEN LF/HF RATIO AND SOMATIC ANXIETY

	<i>r</i>
RMSSD v Perceived Tiredness Score (SFMS)	-.73
pNN50 v Perceived Tiredness Score (SFMS)	-.81
LF/HF v Perceived Tiredness Score (SFMS)	.76
Somatic Anxiety v Perceived Tiredness Score (SFMS)	.74
LF/HF v Somatic Anxiety	.74

Note.—RMSSD: root mean square of differences of successive RR intervals; pNN50: proportion of differences between adjacent RR intervals of more than 50 ms; LF/HF: ratio LF (low frequency band; 0.04–0.15 Hz)/HF (high frequency band; 0.15–0.40 Hz).

DISCUSSION

The schedule of international tournaments such as Olympic Games or the World Cup in team-sports such as field hockey, consists of a set of seven to nine games within periods of 13 or 14 days. When these sequential competitions are undertaken with minimal recovery it is possible that fatigue, tiredness, or in severe cases overtraining states would appear, with accompanying underperformance states. Hence, it is very important to have valid and simple tools for monitoring the fitness of each player before each game to modulate the physical load of the competition and recu-

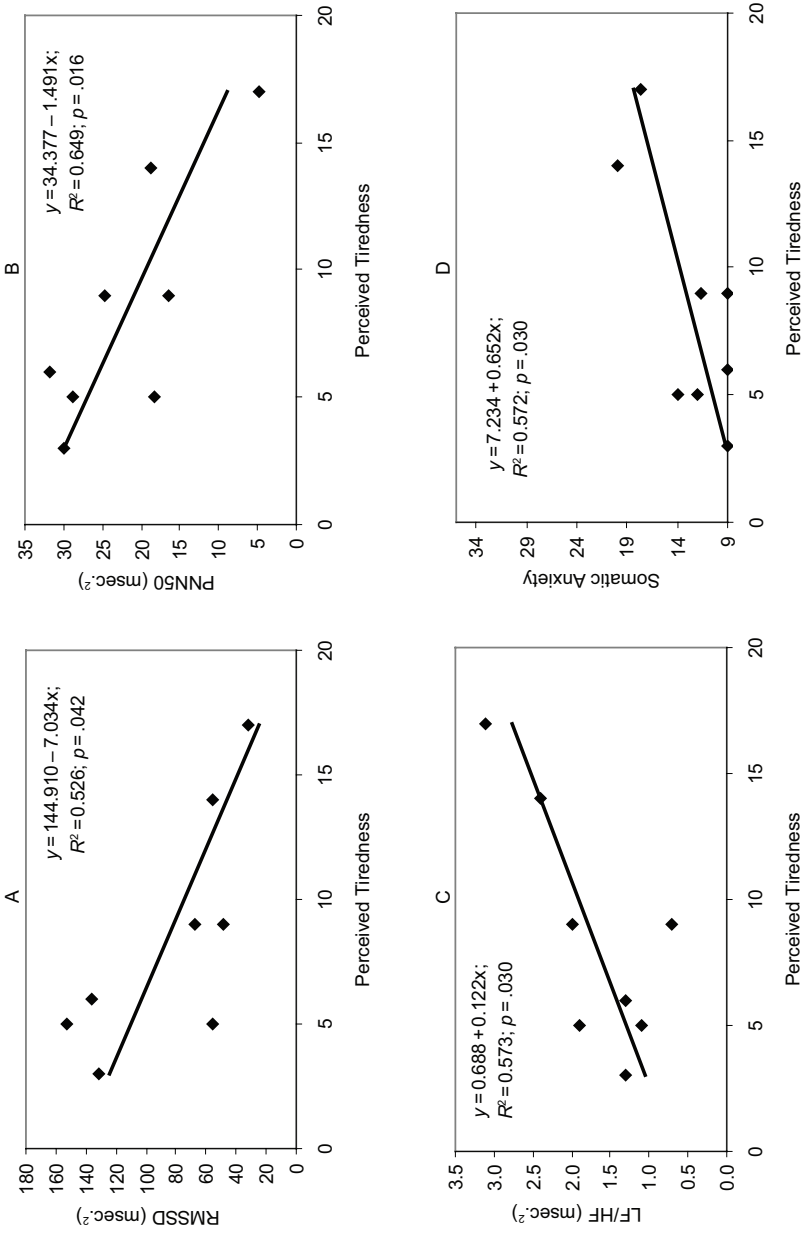


FIG. 1. Relationships between Perceived Tiredness (SEMS scores) at the start of the World Cup and heart rate variability. A: RMSSD index; B: pNN50 index; C: LF/HF ratio; and D: somatic anxiety subscale of CSAI-2, before the semifinal World Cup match.

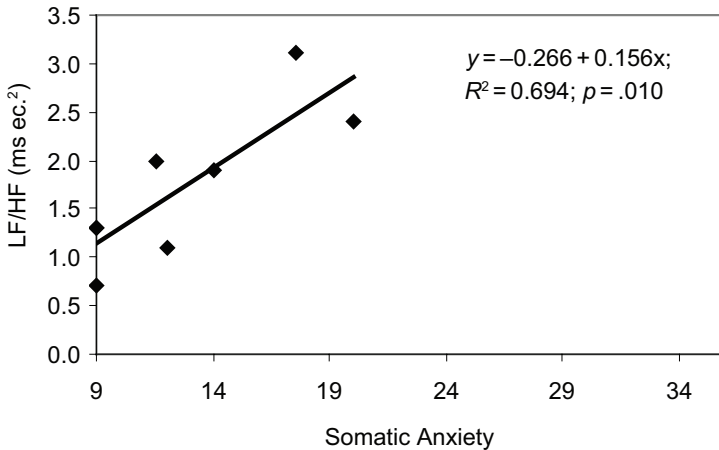


FIG. 2. Relationship between Somatic Anxiety subscale of CSAI-2 and LF/HF ratio before the semifinal World Cup match

peration between games to avoid a possible physical overload state. This study was conducted to assess whether perceptions of tiredness before the start of a World Cup tournament could predict autonomic imbalances in field hockey players just before the last decisive match of the Cup (after having played five matches in 9 days) and, therefore, establish the utility of the instruments to monitor fatigue and overtraining during competition.

The results showed a high and significant correlation between perceived tiredness scores and heart rate variability. Specifically, higher perceived tiredness was significantly related to lower values of RMSSD and pNN50 and to higher values of LF/HF ratio (Fig. 1). These findings reveal that higher perceptions of fatigue showed by hockey players before the start of the Cup predicted both lower cardiac vagal control and sympathetic predominance as a response of competitive overload. The data provide support for the use of the perceived tiredness assessment before the beginning of a tournament as an early warning marker of the autonomic response to fatigue in a competitive situation.

Previous research has also reported higher fatigue perceptions and more altered mood states in relation to higher scores on LF/HF ratio in adults, but in an exercise withdrawal setting (Weinstein, Deuster, & Kop, 2007). In training situations, some studies have established either the utility of different psychological markers to monitor the loads alone (Morgan, *et al.*, 1987; Kenttä, Hassmén, & Raglin, 2006; Coutts & Reaburn, 2008; González-Boto, Salguero, Tuero, González-Gallego, & Márquez, 2008) or in combination with other physiological and biochemical mark-

ers (Coutts, *et al.*, 2007; Gustafsson, Holmberg, & Hassmén, 2008; Main, Dawson, Grove, Landers, & Goodman, 2009). On the other hand, some studies have examined the relationship between heart rate variability and psychological effects such as perceived exertion during cycle ergometry exercise (Hamer, Boutcher, & Boutcher, 2005), while others have examined heart rate variability and mood state changes as a response of training load, though this psychological variable has been adopted as a control factor (Buchheit & Gindre, 2006). This is the first study that has assessed both perceived tiredness and heart rate variability during an international sporting event. This is important because research has reported sympathetic activation and parasympathetic inhibition, causing a reduction in performance, a more acute sensation of tiredness, and greater frequency of injury or illness after heavy training, along with an unsatisfactory recovery period (Baumert, *et al.*, 2006; Pichot, Roche, Gaspoz, Enolras, Antoniadis, Minimi, *et al.*, 2000; Melanson, 2000). Thus, to have a valid and simple tool capable of monitoring fatigue states in an elite competitive setting—as does the heart rate variability analysis, and capable of early detection of fatigue, as does the SFMS questionnaire—is vital to monitoring recovery in athletes during team sports performances.

Under the hypothesis that imminent competition anxiety could obscure the results of heart rate variability, according to previous literature which related heart rate variability to precompetitive anxiety (Murray & Raedke, 2008), anxiety and heart rate variability were assessed simultaneously. Results show that cognitive anxiety and self-confidence subscales of the CSAI-2 were not related to perceived tiredness nor to heart rate variability. In the absence of a relation between cognitive anxiety and heart rate variability, it can be assumed that the relationship established between heart rate variability indexes and perceived tiredness scores are attributable to the fatigue state. Thus, precompetitive cognitive anxiety has not interfered with the autonomic cardiac response to fatigue. Furthermore, the scores obtained by the athletes on the cognitive anxiety subscale were low and self-confidence scores were high (Table 2). The somatic anxiety subscale scores were not correlated with time domain indexes of heart rate variability, and again, the scores obtained by the athletes on this subscale were low. However, significant relationships between the somatic anxiety subscale and both perceived tiredness scores and LF/HF ratio were observed. Specifically, higher somatic anxiety subscale scores were related to higher perceived tiredness scores and higher LF/HF (Table 3). In this sense, somatic anxiety is a physiological response to stress or arousal and it is conceptualised as an individual's psychological and physiological autonomic system activation, which explains the self-perception of arousal accompanying the sympathetic activation (Martens, *et al.*, 1990). In fact,

in this study somatic anxiety scores also were correlated significantly and positively with perceived tiredness scores as expected, since manifestations of arousal may be expressed as physiological activation through the sympathetic autonomic predominance accompanied by a psychological somatic self-perception. Data obtained from the eight hockey players indicate neither extreme fatigue nor overtraining states at the beginning of the World Cup, since perceived tiredness scores were below 20 points, associated with favourable physical performance (Maso, *et al.*, 2004). However, it is worth mentioning that results of the present study do not allow identification of training overload among the hockey players during the World Cup by means of either perceived tiredness nor heart rate variability assessment, since perceived tiredness was assessed before the competition and a single assessment of heart rate variability was taken. Besides, it is important to note that SFMS questionnaire aims to evaluate a general state of tiredness and not reaction to competition (Elloumi, El Elj, Zaouali, Maso, Filaire, Tabka, *et al.*, 2005). Thus, one would have to assume that perceptions of tiredness would not change during the Cup games. In fact, by assessing perceived tiredness at the beginning of the Cup, the utility of this psychological marker to detect early fatigue, tiredness, or overtraining symptoms can be assessed (Maso, *et al.*, 2005). The study was conducted to assess the relation of a psychological marker and the sympatho-vagal response in a competitive overload setting to investigate the usefulness of the combined assessment of both the markers.

Timing of the measurements, however, could be seen as a limitation since it is not possible to establish a directional relation of scores to an overload response. Nonetheless, the present results encourage further research that would use the SFMS questionnaire as a tool to predict a sympatho-vagal response to tiredness states during competitions. It will be necessary to include repeated measurements to evaluate changes in these markers due to overload. Obtaining data from elite athletes during international events is a difficult task.

In accordance with other studies, heart rate variability was observed to react to exogenous and endogenous influences, and research is encouraged to establish its validity in choosing training loads (Hall, Vasko, Buysse, Ombao, Chen, Cashmere, *et al.*, 2004) and to monitor tolerance of training, in order to adequately improve the sportsperson's performance and avoid overtraining (Mourot, Buhaddi, Perrey, Cappelle, Henriet, Wolf, *et al.*, 2004; Baumert, *et al.*, 2006; Hynynen, *et al.*, 2006). In this study, it has also been proposed that heart rate variability may be used as an indicator of the physical overload state in team sports with a high number of competitions concentrated in a short space of time. The SFMS questionnaire could be useful as a screen for tiredness and fatigue states, allowing modification of individuals' play and rest during and between matches.

REFERENCES

- AKSELROD, S., GORDON, D., UBEL, F. A., SHANNON, D. C., BARGER, A. C., & COHEN, R. J. (1981) Power spectrum analysis of heart rate fluctuations: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, 213, 220-222.
- BAUMERT, M., BRECHTEL, L., LOCK, J., HERMSDORF, M., WOLFF, R., BAIER, V., & VOSS, A. (2006) Heart rate variability, blood pressure variability, and baroreflex sensitivity in overtrained athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 16, 412-417.
- BENHADDAD, A. A., BOUIX, D., KHALED, S., MICALLEF, J. P., MERCIER, J., BRINGER, J., & BRUN, J. F. (1999) Early hemorheologic aspects of overtraining in elite athletes. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, 20, 117-125.
- BOSQUET, L., MERKARI, S., ARVISAIS, D., & AUBERT, A. E. (2008) Is heart rate a convenient tool to monitor overreaching? A systematic review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 42, 709-714.
- BRUN, J. F. (2003) The overtraining: to a system of evaluation usable by routine examination. *Science and Sport*, 18, 282-286.
- BUCHHEIT, M., & GINDRE, C. (2006) Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. *American Journal of Physiology: Heart and Circulatory Physiology*, 291, 451-458.
- BUCHHEIT, M., SIMON, C., PIQUARD, F., EHRHART, J., & BRANDENBERGER, G. (2004) Effect of increased training load on vagal-related indexes of heart rate variability: a novel sleep approach. *American Journal of Physiology: Heart and Circulatory Physiology*, 287, 2813-2818.
- COUTTS, A. J., & REABURN, P. (2008) Monitoring changes in rugby league players' perceived stress and recovery during intensified training. *Perceptual and Motor Skills*, 106, 904-916.
- COUTTS, A. J., SLATTERY, K. M., & WALLACE, L. K. (2007) Practical tests for monitoring performance, fatigue and recovery in triathletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10, 372-381.
- COUTTS, A. J., WALLACE, L. K., & SLATTERY, K. M. (2007) Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, 28(2), 125-134.
- DE MEERSMAN, R. E. (1993) Heart rate variability and aerobic fitness. *American Heart Journal*, 125, 726-731.
- ELLOUMI, M., EL ELJ, N., ZAOUALI, M., MASO, F., FILAIRE, E., TABKA, Z., & LAC, G. (2005) IGFBP-3, a sensitive marker of physical training and overtraining. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 604-610.
- ELLOUMI, M., OUNIS, O. B., TABKA, Z., VAN PRAAGH, E., MICHAUX, O., & LAC, G. (2008) Psychoendocrine and physical performance responses in male Tunisian rugby players during an international competitive season. *Aggressive Behaviour*, 34, 623-632.
- FILAIRE, E., BERNAIN, X., SAGNOL, M., & LAC, G. (2001) Preliminary results on mood state, salivary testosterone/cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 179-184.
- FILAIRE, E., LAC, G., & PEQUIGNOT, J. M. (2003) Biological, hormonal, and psychological parameters in professional soccer players throughout a competitive season. *Perceptual and Motor Skills*, 97, 1061-1072.

- GONZÁLEZ-BOTO, R., SALGUERO, A., TUERO, C., GONZÁLEZ-GALLEGO, J., & MÁRQUEZ, S. (2008) Monitoring the effects of training load changes on stress and recovery in swimmers. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 64, 19-26.
- GUSTAFSSON, H., HOLMBERG, H. C., & HASSMÉN, P. (2008) An elite athlete's recovery from underperformance aided by a multidisciplinary sport science support team. *European Journal of Sport Science*, 8, 267-276.
- HALL, M., VASKO, R., BUYSSE, D., OMBAO, H., CHEN, Q., CASHMERE, B. S., KUPFER, D., & THAYER, J. F. (2004) Acute stress affects heart rate variability during sleep. *Psychosomatic Medicine*, 66, 56-62.
- HAMER, M., BOUTCHER, Y. N., & BOUTCHER, S. H. (2005) Effect of pedal rate and power output on rating of perceived exertion during cycle ergometry exercise. *Perceptual and Motor Skills*, 101, 827-834.
- HYNYNEN, E., UUSITALO, A., KONTTINEN, N., & RUSKO, H. (2006) Heart rate variability during night sleep and after awakening in overtrained athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38, 313-317.
- IELLAMO, F., LEGRAMANTE, J. M., PIGOZZI, F., SPATARO, A., NORBIATO, G., LUCINI, D., & PAGANI, M. (2002) Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes. *Circulation*, 105, 2719-2724.
- IELLAMO, F., PIGOZZI, F., SPATARO, A., LUCINI, D., & PAGANI, M. (2004) T-wave and heart rate variability changes to assess training in world-class athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 1342-1346.
- JÜRIMÄE, J., MÄESTU, J., PURGE, P., & JÜRIMÄE, T. (2004) Changes in stress and recovery after heavy training in rowers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7, 335-339.
- KELLMANN, M. (2002) *Enhancing recovery: preventing underperformance in athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- KENTTÄ, G., HASSMÉN, P., & RAGLIN, J. (2006) Mood state monitoring of training and recovery in elite kayakers. *European Journal of Sport Science*, 6, 245-253.
- LEGROS, P., & THE GROUP "SURENTRAÎNEMENT" (1993) Le surentraînement: diagnostic des manifestations psychocomportementales précoces. *Science & Sports*, 8, 71-74.
- LEHMANN, M., SCHNEE, W., SCHEU, R., STOCKHAUSEN, W., & BACHL, N. (1992) Decreased nocturnal catecholamine excretion: parameter for an overtraining syndrome in athletes? *International Journal of Sports Medicine*, 13, 236-242.
- MAIN, L., DAWSON, B., GROVE, J. R., LANDERS, G. J., & GOODMAN, C. (2009) Impact of training on changes in perceived stress and cytokine production. *Research in Sports Medicine*, 17, 112-123.
- MAIN, L., & GROVE, J. R. (2009) A multi-component assessment model for monitoring training distress among athletes. *European Journal of Sport Science*, 9, 195-202.
- MARTENS, R., VEALEY, R. S., & BURTON, D. (1990) *Competitive anxiety in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- MASO, F., LAC, G., & BRUN, J. F. (2005) Analysis and interpretation of SFMS questionnaire for the detection of early signs of overtraining: a multicentric study. *Science and Sports*, 20, 12-20.
- MASO, F., LAC, G., FILAIRE, E., MICHAUX, O., & ROBERT, A. (2004) Salivary testosterone and cortisol in rugby players: correlation with psychological overtraining items. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 260-263.

- MEEUSEN, R., DUCLOS, M., GLEESON, M., RIETJENS, G. J. W. M., STEINACKER, J. M., & URHAUSEN, A. (2006) Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome. *European Journal of Sport Science*, 6, 1-14.
- MELANSON, E. L. (2000) Resting heart rate variability in men varying in habitual physical activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 1894-1901.
- MORGAN, W. P., BROWN, D. R., RAGLIN, J. S., O'CONNOR, P. J., & ELLICKSON, K. A. (1987) Psychological monitoring of overtraining and staleness. *British Journal of Sports Medicine*, 21, 107-114.
- MOUROT, L., BUHADDI, N., PERREY, S., CAPPELLE, S., HENRIET, M. T., WOLF, J. P., ROVILLON, J. D., & REGNARD, J. (2004) Decrease in heart rate variability with overtraining: assessment by the Poincaré plot analysis. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 24, 10-18.
- MURRAY, N. P., & RAEDKE, T. D. (2008) Heart rate variability as an indicator of pre-competitive arousal. *International Journal of Sport Psychology*, 39, 346-355.
- NAESSENS, G., CHANDLER, T. J., KIBLER, W. B., & DRIESSENS, M. (2000) Clinical usefulness of nocturnal urinary noradrenaline excretion patterns in the follow-up training processes in high-level soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14, 125-131.
- NISKANEN, J. P., TARVAINEN, M. P., RANTA-AHO, P. O., & KARJALAINEN, P. A. (2004) Software for advanced HRV analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 76, 73-81.
- NUISSIER, F., CHAPELOT, D., VALLET, C., & PICHON, A. (2007) Relations between psychometric profiles and cardiovascular autonomic regulation in physical education students. *European Journal of Applied Physiology*, 99, 615-622.
- PARRADO, E., GARCIA, M. A., RAMOS, J., CERVANTES, J. C., RODAS, G., & CAPDEVILA, L. (in press) Comparison of two devices to detect R-R intervals. *International Journal of Sports Medicine*.
- PICHOT, V., BUSO, T., ROCHE, F., GARTE, M., COSTES, D., DUVERNEY, D., LACOUS, J. R., & BARTHÉLÉMY, J. C. (2002) Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: a laboratory study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 1660-1666.
- PICHOT, V., ROCHE, F., GASPOZ, J. M., ENOLRAS, F., ANTONIADIS, A., MINIMI, P., COSTES, F., BUSO, T., LACOUR, J. R., & BARTHÉLEMY, J. C. (2000) Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 1729-1736.
- PIERCE, E. F. (2002) Relationship between training volume and mood states in competitive swimmers during a 24-week season. *Perceptual and Motor Skills*, 94, 1009-1012.
- PURGE, P., JÜRIMÄE, J., & JÜRIMÄE, T. (2005) Changes in recovery-stress state and performance in elite rowers during preparation for major competitions. *Perceptual and Motor Skills*, 101, 375-381.
- SZTAJZEL, J., JUNG, M., SIEVERT, K., & BAYES DE LUNA, A. (2008) Cardiac autonomic profile in different sports disciplines during all-day activity. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48, 495-501.
- TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY (1996) Heart-rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, 93, 1043-1065.

- UUSITALO, A. L., HUTTUNEN, P., HANNIN, Y., UUSITALO, A. J., & RUSKO, H. K. (1998) Hormonal responses to endurance training and overtraining in female athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 407-414.
- VARLET-MARIE, E., MASO, F., LAC, G., & BRUN, J. F. (2004) Hemorheological disturbances in the overtraining syndrome. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, 30, 211-218.
- VARLET-MARIE, E., MERCIER, J., & BRUN, J. F. (2006) Is plasma viscosity a predictor of overtraining in athletes? *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, 35, 329-332.
- WEINSTEIN, A. A., DEUSTER, P. A., & KOP, W. J. (2007) Heart rate variability as a predictor of negative mood symptoms induced by exercise withdrawal. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39, 735-741.

Accepted March 29, 2010.

7.6. ANNEX VI. MODEL DEL QÜESTIONARI SF-12.

SF-12

Les preguntes que segueixen es refereixen al que vostè pensa sobre la seva salut. Les seves respostes permetran saber com es troba vostè i fins a quin punt és capaç de fer les seves activitats habituals.

Si us plau, contesti cada pregunta marcant una casella. Si no està segur/a de com respondre a una pregunta, si us plau contesti el que li sembli més cert.

1. En general, vostè diria que la seva salut és:

- Excel·lent
 Molt bona
 Bona
 Regular
 Dolenta

Les següents preguntes es refereixen a activitats o cases que vostè podria fer en un dia normal. La seva salut actual, el limita per fer aquestes activitats o coses? Si es així, quant?

2. Esforços moderats, com moure una taula, passar l'aspiradora, jugar a bitlles o caminar més d'una hora

- Sí, em limita molt
 Sí, em limita una mica
 No, no em limita gens

3. Pujar diversos pisos per l'escala

- Sí, em limita molt
 Sí, em limita una mica
 No, no em limita gens

Durant les 4 últimes setmanes, ha tingut algun dels següents problemes en el seu treball o en les seves activitats quotidianes, degut a la seva salut física?

4. Ha fet menys del que hauria volgut fer?

- Sí No

5. Ha hagut de deixar de fer algunes tasques en el seu treball o en les seves activitats quotidianes?

- Sí No

Durant les 4 últimes setmanes, ha tingut algun dels següents problemes en el seu treball o en les seves activitats quotidianes, degut a algun problema emocional (com estar trist, deprimat, o nerviós)?

6. Va fer menys del que hauria pogut fer, per algun problema emocional?

- Sí No

7. No va fer el seu treball o les seves activitats quotidianes tan acuradament com de costum, per algun problema emocional?

- Sí No

8. Durant les 4 últimes setmanes, fins a quin punt el dolor li ha dificultat el seu treball habitual (inclòs el treball fora de casa i les tasques domèstiques)?

- Gens
- Una mica
- Regular
- Bastant
- Molt

Les preguntes que segueixen es refereixen a com s'ha sentit i com li han anat les coses durant les 4 últimes setmanes. A cada pregunta respongui el que s'assembla més a com s'ha sentit vostè. Durant les 4 últimes setmanes, quant temps...

	Sempre	Gaire bé sempre	Moltes vegades	Algunes vegades	Sols alguna vegada	Mai
9. s'ha sentit calmat i tranquil?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. ha tingut molta energia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. s'ha sentit desanimat i trist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Durant les 4 últimes setmanes, ha tingut algun dels següents problemes en el seu treball o en les seves activitats quotidianes, degut a algun problema emocional (com estar trist, deprimat, o nerviós)?

- Sempre
- Gaire bé sempre
- Algunes vegades
- Sols alguna vegada
- Mai

7.7. ANNEX VII. MODEL DEL QÜESTIONARI SFMS.

SFMS (Marca un "Sí" o un "No" en la columna de la derecha para TODAS las preguntas)

Durante esta última semana:	
1. Mi intensidad en los entrenamientos y/o mi estado de forma física ha disminuido	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
2. No estoy tan centrado o atento como antes	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
3. Mis compañeros más cercanos piensan que mi comportamiento ha cambiado	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
4. Tengo sensación de opresión en el pecho	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
5. Mi corazón parece ir más deprisa	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
6. Siento un nudo en la garganta	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
7. Tengo menos apetito que anteriormente	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
8. Como más	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
9. No duermo tan bien como antes	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
10. Bostezo y estoy somnoliento durante el día	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
11. El tiempo entre sesiones de entrenamiento me parece demasiado corto	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
12. Mi libido sexual ha disminuido	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
13. Mi rendimiento es más pobre	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
14. Me resfrío frecuentemente	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
15. He aumentado de peso	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
16. Tengo problemas de memoria	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
17. A menudo me siento cansado	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
18. Me menos valoro a mi mismo	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
19. A menudo tengo rampas y dolor muscular	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
20. Tengo dolores de cabeza frecuentemente	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
21. No me siento en forma	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
22. A veces me siento mareado	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
23. No confío en los demás tan fácilmente como antes	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
24. A veces me siento desaseado, como sucio	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
25. Suelo tener la garganta seca	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
26. Me siento nervioso, inseguro, ansioso	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
27. No soporto los entrenamientos igual de bien que antes	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO

(Continúa girando la página)

28. Cuando descanso, mi frecuencia cardiaca es más rápida que antes	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
29. Durante el ejercicio, mi frecuencia cardiaca es más rápida que antes	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
30. A menudo me siento muy mal	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
31. Me canso más fácilmente	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
32. A menudo tengo problemas digestivos	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
33. Me siento como si me hubiera quedado en la cama	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
34. No confío en mi mismo igual que antes	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
35. Me lesiono más fácilmente	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
36. Tengo problemas en organizar mis pensamientos	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
37. Tengo más dificultad en concentrarme en mi actividad deportiva.	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
38. Mi gesto deportivo es menos preciso	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
39. He perdido fuerza y agresividad	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
40. Me siento como si no tuviera a nadie con quien hablar	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
41. Duermo más	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
42. Toso más a menudo	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
43. No disfruto de la práctica de mi deporte igual que antes	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
44. No disfruto de actividades de tiempo libre igual que antes	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
45. Me enfado más fácilmente	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
46. Soy menos eficiente en la escuela o con mi actividad	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
47. La gente a mi alrededor piensa que soy menos amable	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
48. Entrenar cada vez me cuesta más	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
49. Si mis resultados son peores la culpa es mía	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
50. Siento las piernas más pesadas	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
51. A menudo pierdo mis objetos personales (cartera...)	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
52. Me siento más pesimista	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
53. He perdido peso	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO
54. Mi motivación y tenacidad ha disminuido	<input type="radio"/> SÍ <input type="radio"/> NO

**7.8. ANNEX VIII. MODEL DEL FORMULARI DE LES
RECOMANACIONS PRÈVIES AL REGISTRE DE LA VFC.**



RECOMANACIONS A TENIR EN COMPTE ABANS D'ASSISTIR A LA SESSIÓ DE LABORATORI

Ubicació del Laboratori: Facultat de Psicologia, Edifici B. Dep de Psicologia Bàsica, Evolutiva i de l'Educació. *Despatx B5-146 / B5-148.*

Data i Hora de la sessió: _____

En la mesura del que sigui possible i sense perjudici de la teva salut, intenta seguir aquestes recomanacions. Són importants perquè fan referència a factors que poden influir en la variabilitat de la freqüència cardíaca (HRV):

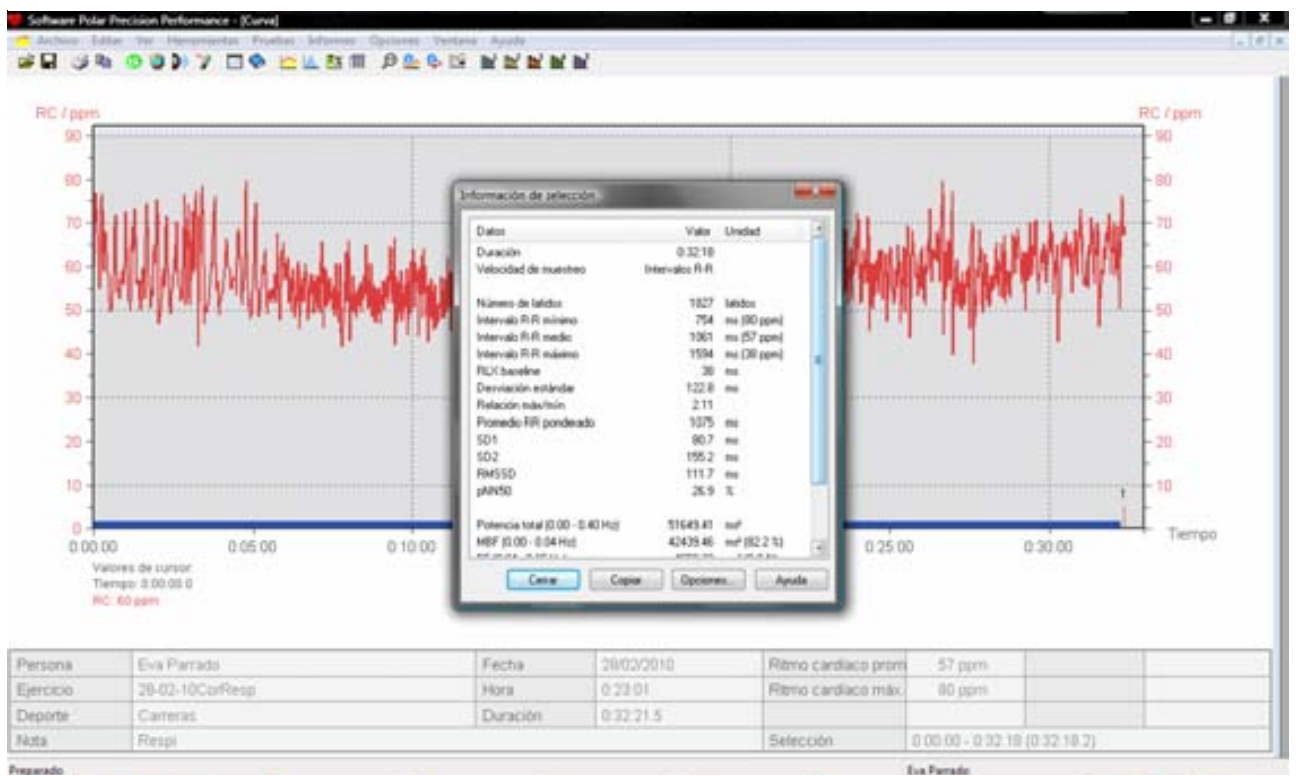
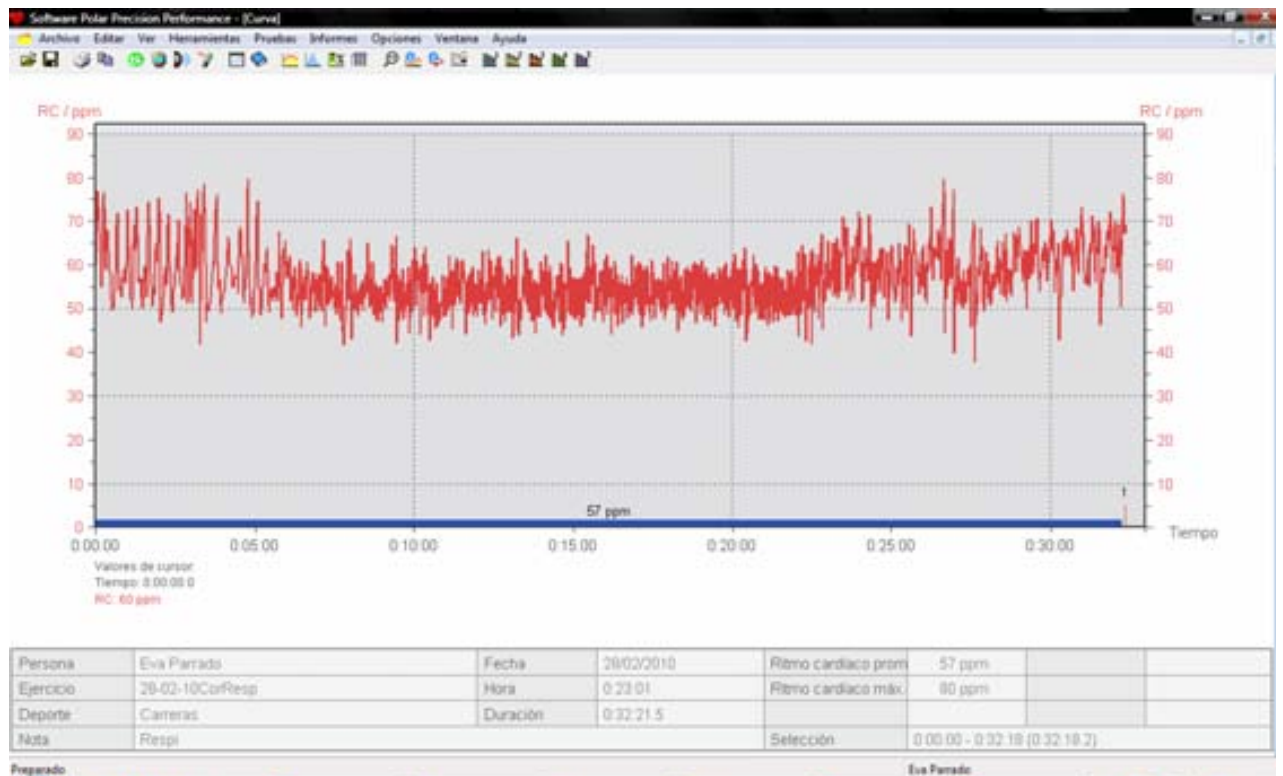
Durant les 24 hores prèvies a la sessió experimental:

- ✓ No prendre medicació prescindible
- ✓ Evitar fer activitat física intensa
- ✓ Evitar prendre begudes alcohòliques
- ✓ Tractar de dormir un mínim de 6 hores la nit abans de la sessió experimental

Durant les 2 hores prèvies a la sessió experimental:

- ✓ No fer un menjar important (no menjar absolutament res durant la hora prèvia)
- ✓ Evitar consumir cafeïna o estimulants
- ✓ No fumar

**7.9. ANNEX IX. MODEL D'INFORME DEL PO LAR PRECISION
PERFORMANCE.**

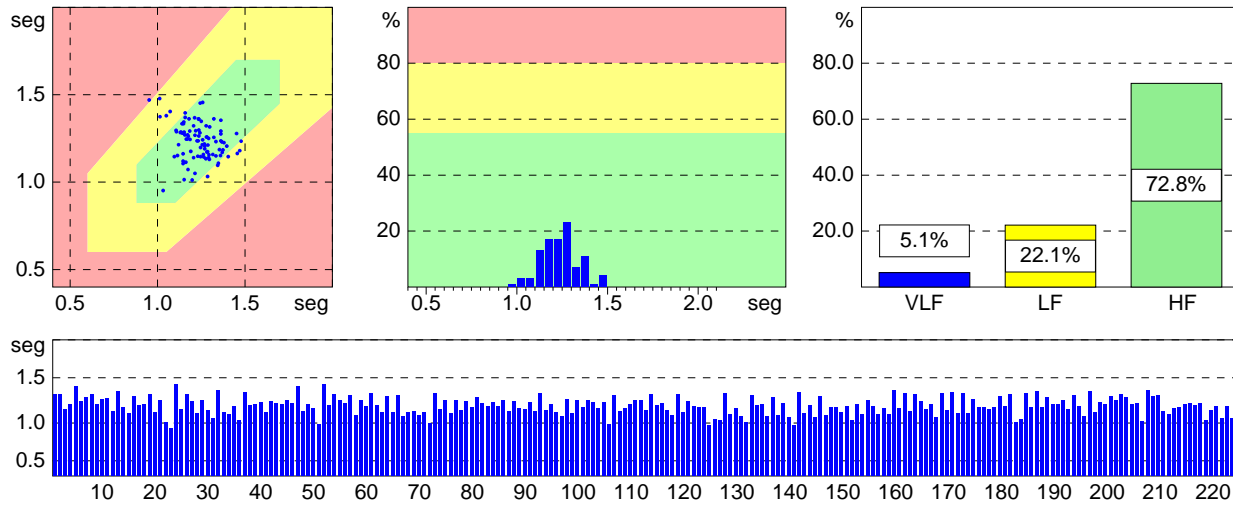


**7.10. ANNEX X. MODEL D'INFORME DEL SISTEMA O MEGA
WAVE SPORT.**

Variabilidad del Ritmo Cardíaco resultados de evaluación

Nombre: Eva Parrado_
 Fecha de nacimiento: 11/08/1980 (28 años de edad)
 Fecha del exámen: 15/10/2008 - 9:58

Deporte: Atletismo (larga distancia)
 Entrenador: Eva

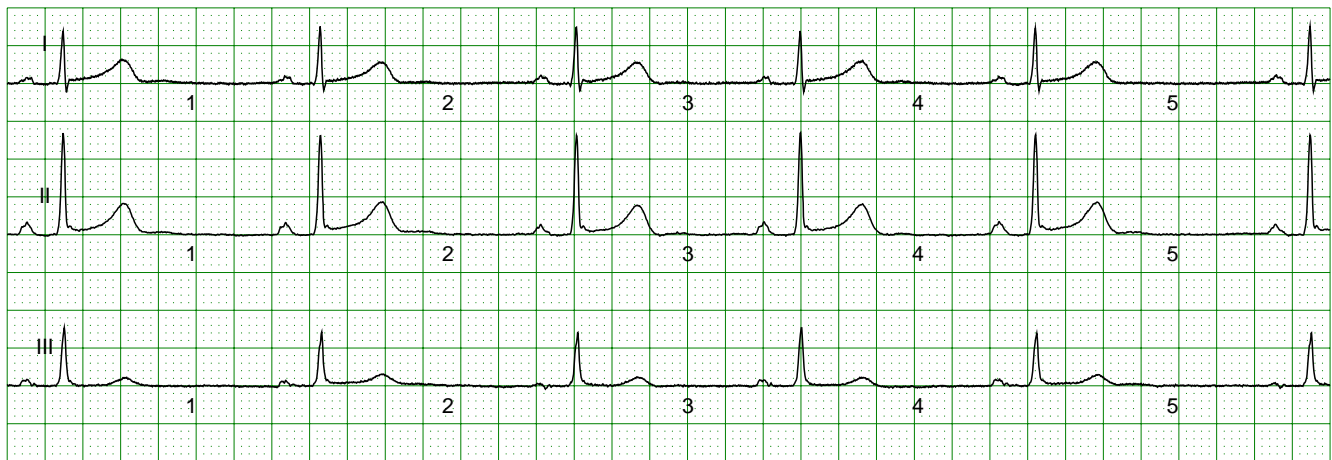


#	Parámetros	Valor	Norma	Parámetros de tiempo y frecuencia			
1	Actividad de los mecanismos de regulación vagal	0.47	0.16 - 0.41	SDNN	102 ms	HF	2423 ms ²
2	Actividad de los mecanismos de regulación simpática	23	15 - 55	RMSSD	156 ms	HF n.u.	77%
3	Índice de tensión	20	15 - 180	SDSD	202 ms	LF	736 ms ²
4	Porción de las influencias aperiódicas	1.01	1.25 - 3.05	Total Power	3329 ms ²	LF n.u.	23%
5	Desviación estandar de las ondas de la aspiración	0.047	0.018 - 0.054	LF/HF	0.3	VLF	170 ms ²

Bradicardia. (49 lpm)
 Arritmia sinusal marcada con molestia insignificante de ritmo.
 Hipertonía parasimpática moderada.
 Activación de los mecanismos de regulación.

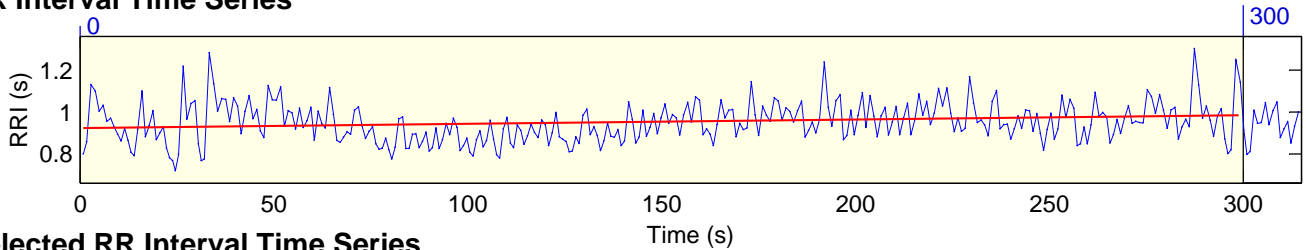
El Estado Funcional Actual del Sistema Cardíaco Muestra lo Siguiete:

Adaptación satisfactoria al estrés.
 Reserva funcional alta.
 Recuperación incompleta o con poco tratamiento. El sistema cardíaco no está listo para actividades de volumen o intensidad máximos.

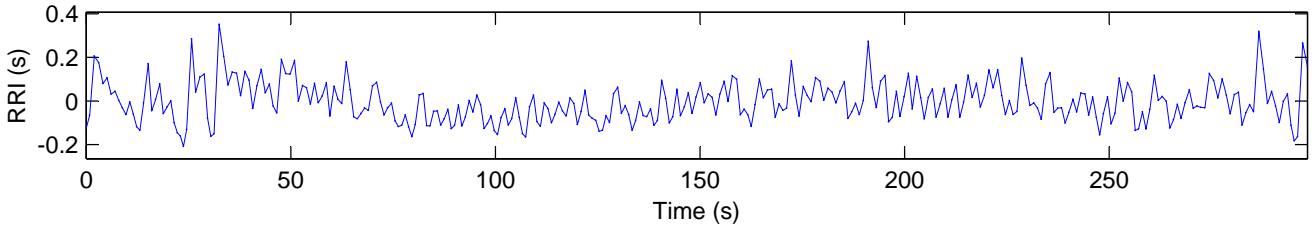


**7.11. ANNEX XI. MODEL D'INFORMAZIONE DEL SOFTWARE PER
AVANZATA ANALISI HRV.**

RR Interval Time Series



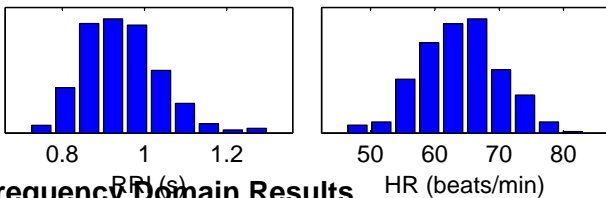
Selected RR Interval Time Series



Time Domain Results

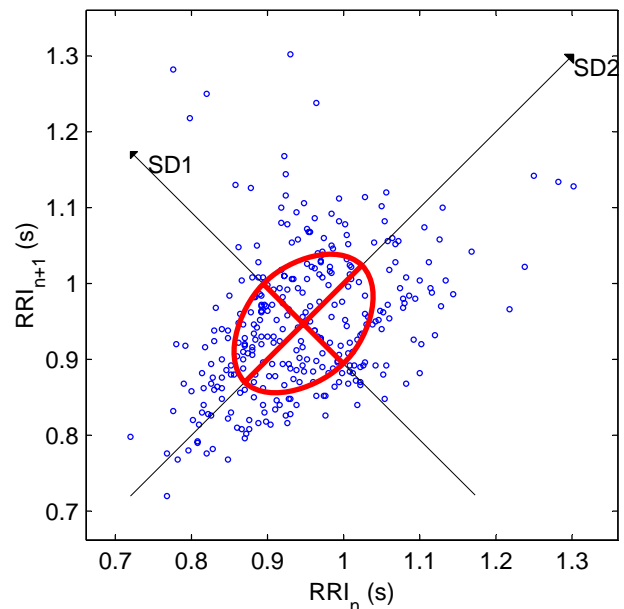
Variable	Units	Value
Statistical Measures		
Mean RR*	(s)	0.947
STD	(s)	0.091
Mean HR*	(1/min)	63.96
STD	(1/min)	5.97
RMSSD	(ms)	103.7
NN50	(count)	206
pNN50	(%)	65.4
Geometric Measures		
RR triangular index		0.137
TINN	(ms)	425.0

Distributions*



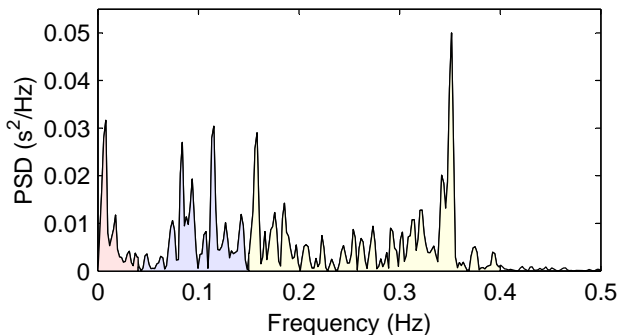
Poincare Plot*

SD1 = 74.2 ms ↔ (Short-term HRV)
SD2 = 109.0 ms ↔ (Long-term HRV)

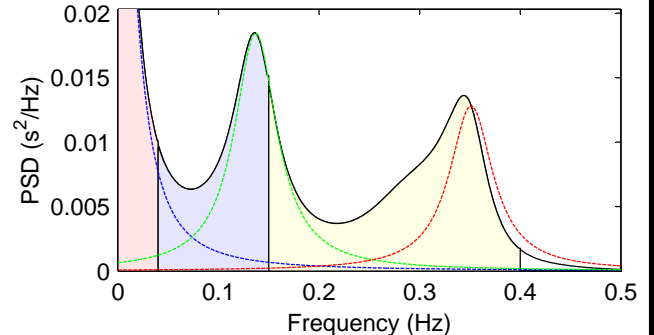


Frequency Domain Results

Non Parametric Spectrum (FFT)



Parametric Spectrum (AR Model)



Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms ²)	Power (%)	Power (n.u.)
VLF	0.0078	306	12.3	
LF	0.1152	740	29.6	33.8
HF	0.3516	1451	58.1	66.2
LF/HF			0.510	

Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms ²)	Power (%)	Power (n.u.)
VLF	0.0000	1175	34.8	
LF	0.1367	1344	39.8	49.2
HF	0.3516	860	25.5	31.5
LF/HF			1.563	

**7.12. ANNEX XII. MODEL DELS IN FORMES DEL SISTEMA DE
MONITORITZACIÓ DE L'ESTRÈS- RECUPERACIÓ.**



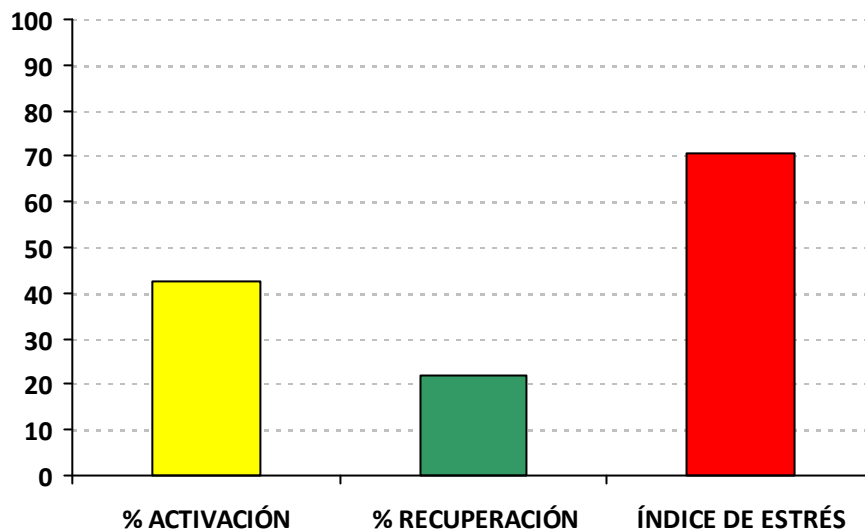
SportLab

Test HRV: Informe del Usuario

Nombre:

Fecha del Test:

Test HRV: REGULACIÓN CARDIACA



Frecuencia Cardíaca **Normocardia**

Regulación Cardíaca: **Equilibrio**

Índice de Estrés: **Dentro de la norma**

Evaluación global del Sistema Cardíaco:

Preparado para el ejercicio. Recuperación suficiente.



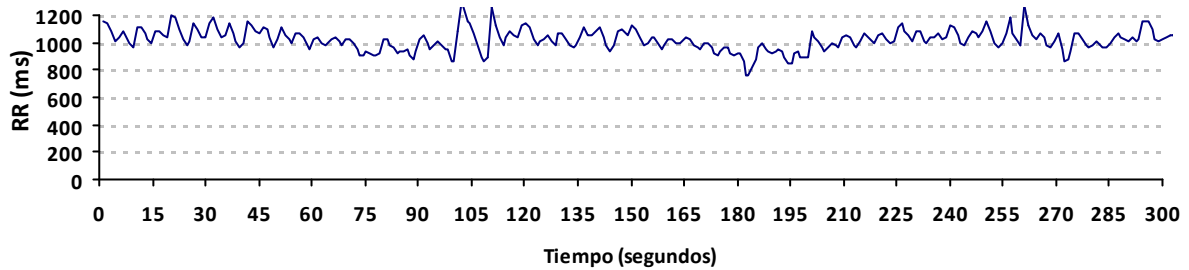
SportLab

Test HRV: Análisis de la Variabilidad de la FC

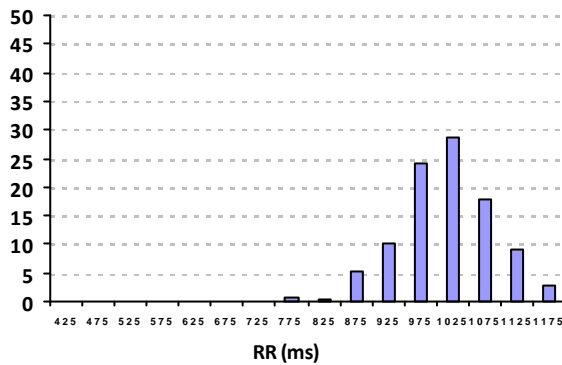
Nombre:

Fecha del Test:

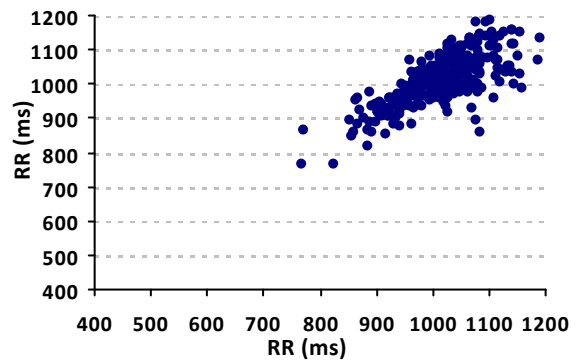
Ritmograma



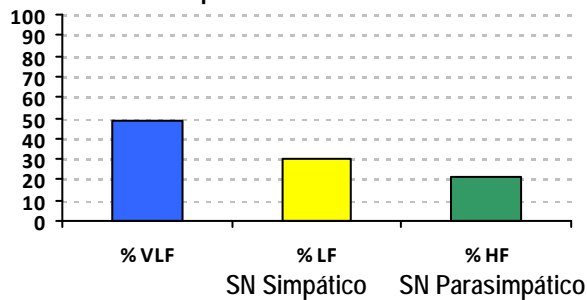
Histograma RR



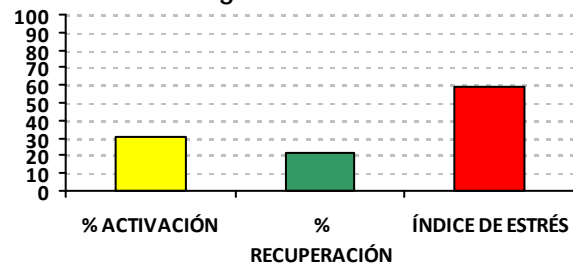
ScatterPlot RR (Gráfico de Poincaré)



Espectro de Potencias



Regulación Cardíaca



Índices HRV:

RRmean	HRmean	SDRR	RMSSD	SD1	SD2	LF	HF	VLF	LF/HF	%LF	%HF	%VLF
1017,487	59,307	76,601	61,137	43,230	99,170	2000,577	1397,132	3215,385	1,432	30,252	21,127	48,621

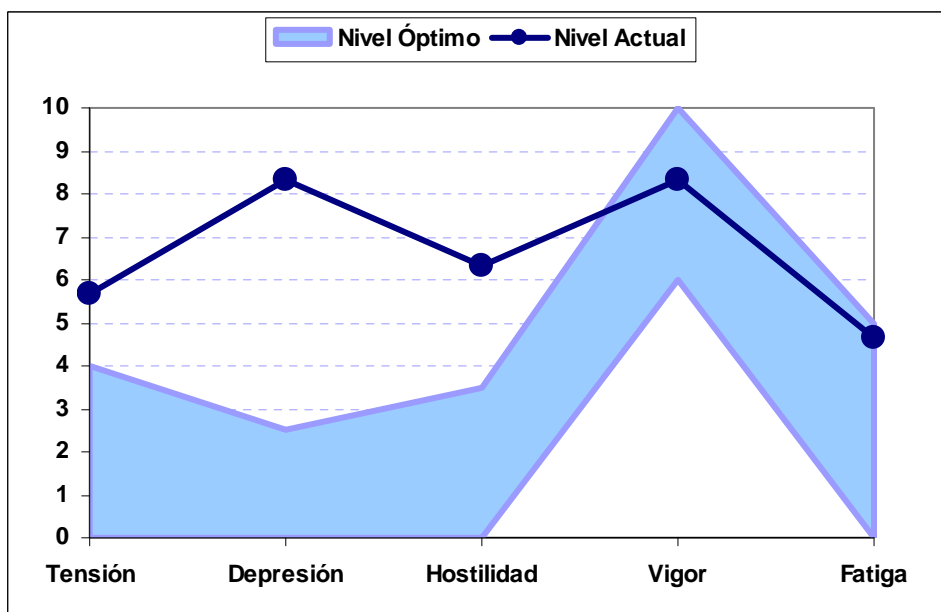


INFORME DEL ESTADO DE ÁNIMO

Nombre:

Fecha de la prueba:

PERFIL DEL ESTADO DE ÁNIMO



Definición de los 5 estados de ánimo del Perfil:

TENSIÓN (T): las puntuaciones altas indican niveles altos de tensión y de ansiedad.

DEPRESIÓN (D): las puntuaciones altas indican estados de ánimo depresivos, melancólicos, de infravaloración.

HOSTILIDAD (H): las puntuaciones altas indican antipatía hacia los otros, incluso cólera.

VIGOR (V): las puntuaciones altas indican un estado de ánimo de actividad, de predisposición para la acción. Por tanto, los niveles altos de vigor se interpretan positivamente.

FATIGA (F): las puntuaciones altas indican cansancio, fatiga, flojedad.

Para los estados de ánimo de T, D, H y F, las puntuaciones altas indican una mayor alteración del estado de ánimo, ya que las puntuaciones elevadas en sus ítems se relacionarán con aspectos negativos. El factor de *Vigor* es el único que se interpreta como un estado de ánimo positivo cuanto mayor sea su puntuación.

Observaciones

- El perfil general indica un estado de ánimo global:

Deteriorado / Debe mejorarse/ Puede mejorarse / Adecuado / Óptimo

"Estado de forma estable, indicando que existe una percepción de una correcta capacidad física".

- Evaluación específica,

FACTOR DEPRESIÓN (D)

"Estado de ánimo depresivo. Posible manifestación de desadaptación o burnout. Deben aplicarse técnicas psicológicas específicas".

FACTOR TENSIÓN (T)

"Manifestación de estados de intranquilidad y/o ansiedad. Se recomienda el establecimiento de rutinas o técnicas de relajación".

FACTOR HOSTILIDAD (H)

"Tendencia a la apatía y agresividad hacia los demás. Se recomienda el aprendizaje de habilidades de autorregulación, para fomentar las dinámicas positivas individuales y/o grupales"

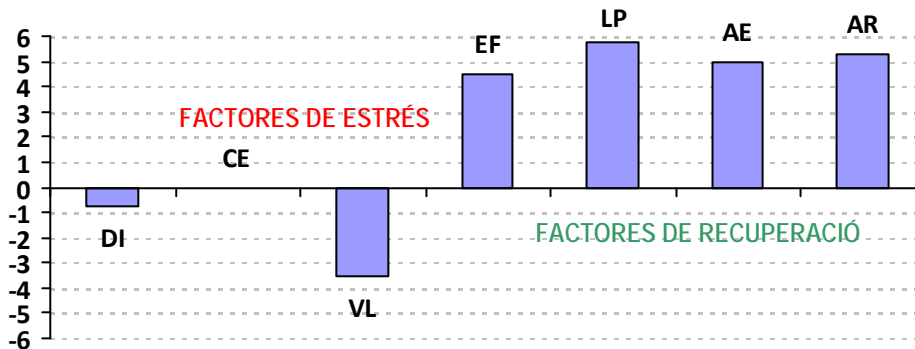


INFORME DE ESTRÉS/RECUPERACIÓN

Nombre:

Fecha del Test:

PERFIL DE ESTRÉS/RECUPERACIÓN



FACTORES DE ESTRÉS NEGATIVOS:

- DI: DESCANSO INTERRUMPIDO. Los valores negativos altos se relacionan con interrupciones que dificultan los períodos de descanso o con un déficit en la recuperación.
- CE: CANSANCIO EMOCIONAL. Los valores negativos altos indican fatiga debida a situaciones repetidas de frustración y asociada a una posible falta de constancia o persistencia.
- VL: VULNERABILIDAD A LA LESIONES. Los valores negativos altos suponen una mala disposición para afrontar con garantías y determinación las situaciones más duras o de mayor complejidad.

FACTORES DE ESTRÉS POSITIVOS:

- EF: ESTADO DE FORMA. Los valores altos indican percepciones adecuadas de capacidad relacionada con el rendimiento.
- LP: LOGRO PERSONAL. Los valores altos indican satisfacción con la consecución de metas u objetivos, o también una empatía aceptable con el grupo o el equipo.
- AE: AUTOEFICIA. Los valores altos se refieren a la convicción de que el entrenamiento se ha desarrollado adecuadamente, y a las creencias positivas sobre la preparación.
- AR: AUTORREGULACIÓN. Los valores altos indican utilización de habilidades mentales en la preparación, entre ellas la automotivación y el establecimiento de objetivos autoimpuestos.

Observaciones:

- *Debes desarrollar estrategias de recuperación para superar los siguientes factores de estrés:*

IR: Descanso Interrumpido

ET: Cansancio emocional

- *Las estrategias de recuperación del estrés óptimas que deben mantenerse son: LP AE AR.*

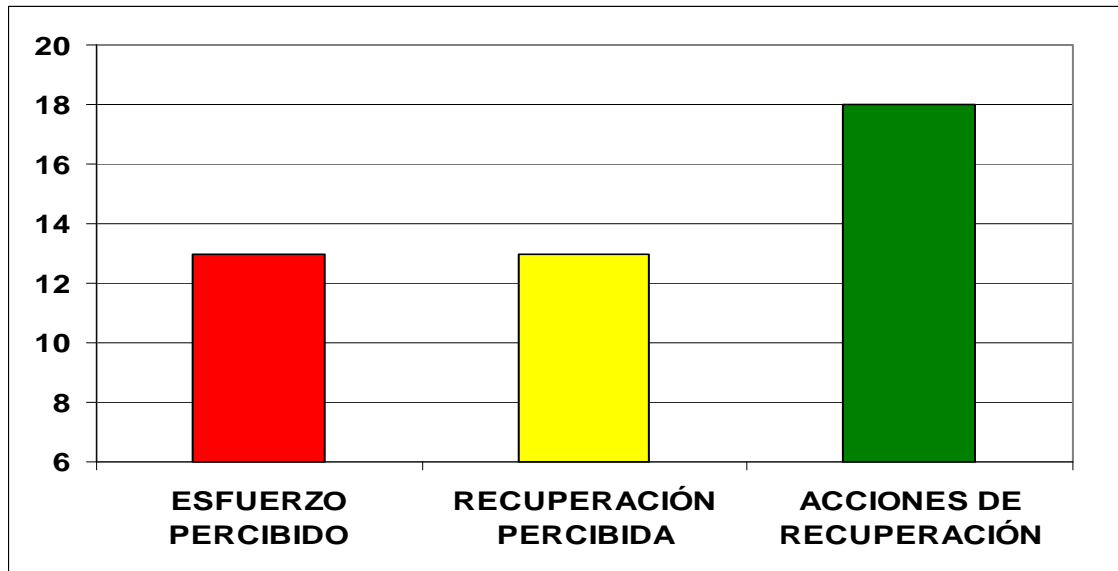


INFORME: ESFUERZO/RECUPERACIÓN

Nombre:

Fecha de la prueba:

NIVEL DE ESFUERZO/RECUPERACIÓN



Definiciones:

- ESFUERZO PERCIBIDO: nivel de esfuerzo que el jugador valora que ha realizado en el último entrenamiento o partido.
- RECUPERACIÓN PERCIBIDA: nivel de recuperación que el jugador valora respecto al esfuerzo realizado en el último entrenamiento o partido.
- ACCIONES DE RECUPERACIÓN: puntuación total de las conductas de recuperación que ha realizado el jugador desde el último entrenamiento o partido.

Observaciones:

- Acciones objetivas de recuperación: Insuficientes / Adecuadas / Óptimas
- Relación entre el esfuerzo percibido y la recuperación percibida: Equilibrio / Desequilibrio
- Relación entre la recuperación percibida y las acciones de recuperación: Equilibrio / Desequilibrio
- Nivel de esfuerzo percibido:

Ningún esfuerzo / Extremadamente ligero / Muy ligero / Ligero / Un poco duro / Duro / Muy duro / Extremadamente duro / Máximo esfuerzo

La percepción del esfuerzo debería estar de acuerdo con el nivel que se ha exigido.

- Se recomienda el establecimiento de las siguientes rutinas de recuperación:

Cuidar especialmente la cantidad y la calidad de los alimentos en el desayuno, la comida, la cena y en las ingestas entre comidas para facilitar la recuperación.

Buscar alternativas para la mejora del descanso, como el establecimiento de rutinas de relajación, evitar el consumo de estimulantes, evitar siestas prolongadas (de más de 30 minutos), etc.