



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

## Resposta respiratòria a l'exercici físic de baixa intensitat en dones amb síndrome de fatiga crònica

Elisabet Guillamò<sup>a</sup>, Alicia Blázquez<sup>a</sup>, Agustí Comella<sup>b</sup>, Rubén Martínez-Rodríguez<sup>a,c</sup>, Eduardo Garrido<sup>d</sup>, Joan Ramon Barbany<sup>a</sup>, Josep Lluís Ventura<sup>a,e</sup> i Casimiro Javierre<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>Unitat de Fisiologia, Departament de Ciències Fisiològiques II, Facultat de Medicina, Universitat de Barcelona, Barcelona, Espanya

<sup>b</sup>Unitat de Fisiologia de l'Exercici, Hospital General de Catalunya, Sant Cugat del Vallès, Barcelona, Espanya

<sup>c</sup>Unitat d'Anestesiologia, Hospital Universitari de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, Espanya

<sup>d</sup>Departament de Ciències i Ciències Socials, Universitat de Vic, Vic, Barcelona, Espanya

<sup>e</sup>Unitat de Cures Intensives, Hospital Universitari de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, Espanya

Rebut el 30 de desembre de 2009; acceptat el 12 de gener de 2010

### PARAULES CLAU

Síndrome de fatiga crònica;  
Exercici;  
Resposta fisiològica

### Resumen

**Introducció:** L'objectiu de l'estudi va ser avaluar els paràmetres cardiorespiratoris en condicions de repòs i la resposta durant exercici físic a molt baixa intensitat en dones amb síndrome de fatiga crònica (SFC).

**Material i mètodes:** Un grup de 141 dones afectades per l'SFC es va comparar amb un grup control (C) de 20 dones en condicions de repòs durant 4 min d'exercici constant en un cicloergòmetre sense càrrega de treball (càrrega de treball = 0 W).

**Resultats:** Es van trobar diferències significatives durant l'exercici: el quocient respiratori (SFC =  $0,9 \pm 0,09$ ; C =  $0,8 \pm 0,08$ ;  $p < 0,05$ ), equivalent respiratori per a l'oxigen (SFC =  $34,6 \pm 10,1$ ; C =  $28,0 \pm 3,4$ ;  $p < 0,01$ ) i el diòxid de carboni (SFC =  $37,9 \pm 7,7$ ; C =  $33,4 \pm 3,8$ ;  $p < 0,01$ ). Es van observar diferències en la freqüència cardíaca durant el període de descans (SFC =  $86,8 \pm 14,2$  batecs·min<sup>-1</sup>; C =  $79,8 \pm 8,4$  batecs·min<sup>-1</sup>;  $p = 0,03$ ). No hi va haver diferències significatives en la percepció de l'esforç realitzat durant el descans (SFC =  $10,3 \pm 3,0$ ; C =  $6,2 \pm 0,6$ ;  $p < 0,001$ ) ni just després de l'exercici (SFC =  $12,5 \pm 2,8$ ; C =  $6,8 \pm 1,4$ ;  $p < 0,01$ ).

**Conclusions:** Es conclou que les dones amb SFC tenen menys eficiència ventilatòria que les del grup C durant l'esforç físic a baixa intensitat. Aquest aspecte podria ser millorat amb programes específics de rehabilitació.

© 2009 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

\*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: cjavierre@ub.edu (C. Javierre).

**KEYWORDS**

Chronic fatigue syndrome;  
Exercise;  
Physiological response

## Respiratory response to low-intensity physical exercise in women with chronic fatigue syndrome

**Abstract**

**Introduction:** The aim of the study was to evaluate the cardiorespiratory parameters at rest and as the response to very low intensity physical exercise in women with chronic fatigue syndrome (CFS).

**Material and methods:** A group of 141 women suffering from CFS were compared with a control group (C) of 20 women while at rest and during 4 minutes of constant exercise on a cycloergometer with no work load (work load = 0 watts).

**Results:** Significant differences were found during the exercise: respiratory quotient (CFS =  $0.9 \pm 0.09$ ; C =  $0.8 \pm 0.08$ ;  $p < 0.05$ ); the respiratory equivalent for oxygen (CFS =  $34.6 \pm 10.1$ ; C =  $28.0 \pm 3.4$ ;  $p < 0.01$ ) and for carbon dioxide (CFS =  $37.9 \pm 7.7$ ; C =  $33.4 \pm 3.8$ ;  $p = 0.01$ ). Differences were observed in the heart rate during the rest period (CFS =  $86.8 \pm 14.2$  beats·min<sup>-1</sup>; C =  $79.8 \pm 8.4$  beats·min<sup>-1</sup>;  $p = 0.03$ ). There were no significant differences in the perception of effort made during rest (CFS =  $10.3 \pm 3.0$ ; C =  $6.2 \pm 0.6$ ;  $p < 0.001$ ) and just after exercise (CFS =  $12.5 \pm 2.8$ ; C =  $6.8 \pm 1.4$ ;  $p < 0.01$ ).

**Conclusions:** It was concluded that women with chronic fatigue syndrome had less ventilatory efficiency than the controls during low intensity physical exercise. This condition could be improved through specific rehabilitation programs.

© 2009 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

**Introducció**

Una de les característiques principals dels pacients afectats per la síndrome de fatiga crònica (SFC) és la seva reduïda capacitat per a l'exercici i l'empitjorament del símptoma fatiga després d'un esforç. Els pacients amb SFC presenten una percepció de l'exercici realitzat (RPE) elevat hores i fins i tot dies després d'un esforç físic<sup>1</sup>. Diversos estudis han descrit una reducció en la potència aeròbica d'aquests pacients amb valors baixos de pic de consum màxim d'oxigen, freqüència cardíaca (FC) i càrrega de treball desenvolupada<sup>2-4</sup>. Els pacients amb SFC tenien una RPE més alta a l'inici de l'exercici físic, durant l'esforç submàxim, en el treball màxim i durant el temps de recuperació<sup>5</sup>. Moltes d'aquestes recerques avaluaven la capacitat funcional d'aquests pacients mitjançant protocols de mètodes d'increment progressiu, tot intentant d'objectivar els valors màxims cardiorespiratoris. Tanmateix, no hi ha estudis sobre la resposta cardiorespiratòria en l'SFC durant un exercici de baixa intensitat, equivalent a la càrrega física que podrien representar les activitats diàries dels pacients amb SFC. Per tant, hem avaluat alguns paràmetres fisiològics en pacients amb SFC durant repòs i a molt baixa intensitat en condicions estacionàries.

**Mètodes**

Un grup de 141 dones afectades per l'SFC (edat:  $46,7 \pm 8,7$  anys; altura:  $160,4 \pm 0,6$  cm; pes:  $67,1 \pm 13,2$  kg) van ser comparades amb un grup control (C) de 20 dones (edat:  $42,9 \pm 11$  anys; altura:  $158,9 \pm 6,4$  cm; pes:  $66,7 \pm 10,9$  kg) amb nivells social i d'activitat semblants. L'estudi va ser

aprovat pel Comitè d'Ètica de l'Institut d'Investigació de Bellvitge (IDIBELL, Campus de Bellvitge). Tots els subjectes van signar el consentiment informat corresponent. Els pacients van ser avaluades acuradament per comprovar que complien els criteris per a l'SFC del Center for Disease Control. Prèviament, els diagnòstics van ser confirmats pel consens dels especialistes.

**Proves de laboratori**

Totes les proves van ser realitzades al laboratori del Departament de Ciències Fisiològiques II (IDIBELL, Facultat de Medicina, Universitat de Barcelona, Campus Bellvitge). Els paràmetres ambientals del laboratori es van mantenir estables i òptims (temperatura de 22-24 °C, humitat relativa 55-66 %). Els participants no van fer cap mena d'activitat d'alta intensitat física en les 72 h anteriors a la prova i totes van declarar que havien dormit normalment la nit abans. Les proves es van fer al matí després d'un esmorzar lleuger, sense begudes estimulants o depressores. Els subjectes van ser avaluats mentre estaven en repòs durant 2 min al cicloergòmetre (Excalibur, Lode, Groningen, Holanda). Posteriorment, pedalaven sense càrrega de treball (0 W) a 50 rpm durant 4 min. Aquesta durada de l'exercici va ser suficient per assolir un estat d'equilibri en el ritme cardíac, la ventilació (VE), el consum d'oxigen i la producció de diòxid de carboni en tractar-se d'una prova sense càrrega de treball. Un sistema automàtic de respiració a respiració (Metasys TR-plus, Brainware SA, La Valette, França) va mesurar el volum d'aire mobilitzat de manera continua i, alhora, va determinar el diòxid de carboni espirat (VCO<sub>2</sub>) i el d'oxigen (VO<sub>2</sub>) utilitzant una màscara de doble via (Hans Rudolph, Kansas, EUA). L'FC va ser monito-

ritzada en el transcurs de la prova mitjançant un pulsòmetre (Polar Acurex Plus, Polar Electro OY, Finlàndia), i la pressió arterial es va registrar al final de les fases de descans i de l'exercici. Basats en l'edat, els valors pronosticats de  $VO_2$  màxim es van calcular a partir d'equacions de regressió derivades de la prova màxima d'una cohort de dones sanes sedentàries:  $VO_2$  màxim en  $kg \cdot ml^{-1} \cdot min^{-1} = 42,3 - 24(0,356 \text{ edat en anys})^6$ .

L'RPE es va determinar utilitzant l'escala de Borg<sup>7</sup> durant el repòs i just després del període d'exercici. Del VE, el  $VO_2$ , el  $VCO_2$  i l'FC es van obtenir mitjançant del període de repòs complet i dels darrers 2 min del període d'exercici.

**Taula 1** Característiques dels grups

	Grup SFC	Grup control
Edat, anys	46,7 ± 8,7	42,9 ± 11,0
Pes, kg	67,1 ± 13,2	66,7 ± 10,9
Altura, cm	160,4 ± 0,6	158,9 ± 6,4
$VO_2$ màxim teòric, $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$	25,7 ± 3,3	27,0 ± 3,9
FC màxim teòric, batecs·min <sup>-1</sup>	173,8 ± 8,8	177,7 ± 10,9
Càrrega de treball màxim teòric, W	131,5 ± 21,8	136,6 ± 18,7

FC: freqüència cardíaca; SFC: síndrome de fatiga crònica;  $VO_2$ : consum d'oxigen.

## Anàlisi estadística

Es va utilitzar el test de Kolmogorov-Smirnov per determinar la distribució normal de les diverses variables. Les diferències entre els valors registrats en el grup C i el grup SFC es van analitzar mitjançant la prova t d'Student per a mostres no emparellades. El nivell de significació va ser de  $p < 0,05$  per a totes les variables estadístiques.

## Resultats

No hi va haver diferències significatives en les característiques físiques o funcionals dels subjectes estudiats (taula 1).

No hi va haver diferències significatives en els valors ventilatoris de repòs entre ambdós grups. Però l'FC (mitjana ± desviació estàndard) va ser significativament més gran ( $p = 0,03$ ) en pacients amb SFC ( $SFC = 86,8 \pm 14,2$  batecs·min<sup>-1</sup>;  $C = 79,8 \pm 8,4$  batecs·min<sup>-1</sup>), com també l'escala d'RPE ( $SFC = 10,3 \pm 3,0$ ;  $C = 6,2 \pm 0,6$ ;  $p < 0,001$ ).

Durant l'exercici, es van detectar diferències ventilatòries entre ambdós grups en els equivalents respiratoris de  $VO_2$  ( $SFC = 34,69 \pm 10,1$ ;  $C = 28,0 \pm 3,4$ ;  $p < 0,01$ ) i  $VCO_2$  ( $SFC = 37,9 \pm 7,7$ ;  $C = 33,4 \pm 3,8$ ;  $p = 0,01$ ). També es van trobar diferències significatives ( $p < 0,05$ ) en pressions finals d'oxigen ( $SFC = 109,2 \pm 7,5$  mmHg;  $C = 103,2 \pm 3,8$  mmHg) i diòxid de carboni ( $SFC = 34,4 \pm 5,9$  mmHg;  $C = 37,9 \pm 3,2$  mmHg). De la mateixa manera, es van detectar

**Taula 2** Paràmetres fisiològics durant repòs i pedalant sense càrrega (0 watts) en els grups amb síndrome de fatiga crònica (SFC) i control

Paràmetres	Repòs		0 W	
	Grup SFC	Grup control	Grup SFC	Grup control
VE, batecs·min <sup>-1</sup>	10,4 ± 2,9	9,57 ± 1,8	19,6 ± 7,3	16,0 ± 2,6
FR, respiracions/min <sup>-1</sup>	17,8 ± 4,1	17,0 ± 4,0	23,3 ± 6,5	21,7 ± 4,2
$V_T$ , l	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,0	0,7 ± 0,2	0,6 ± 0,1
$VO_2$ , l·min <sup>-1</sup>	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1
$VO_2$ , $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$	5,0 ± 1,4	4,7 ± 1,0	8,6 ± 2,4	8,7 ± 1,7
RER	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1
FEO <sub>2</sub> , %	17,0 ± 0,6	16,9 ± 0,4	17,2 ± 0,7	16,6 ± 0,4*
FECO <sub>2</sub> , %	3,2 ± 0,5	3,2 ± 0,3	3,3 ± 0,5	3,6 ± 0,3*
$V_E/VO_2$ , l	32,2 ± 6,4	30,9 ± 4,7	34,6 ± 10,1	28,0 ± 3,4*
$V_E/VCO_2$ , l	39,0 ± 7,5	38,1 ± 4,0	37,9 ± 7,7	33,4 ± 3,3*
PPET O <sub>2</sub> , mmHg	107,0 ± 5,7	105,4 ± 4,9	109,2 ± 7,5	103,2 ± 3,8*
PET CO <sub>2</sub> , mmHg	34,6 ± 4,6	35,0 ± 3,2	34,4 ± 5,9	37,9 ± 3,2*
FC, batecs·min <sup>-1</sup>	86,8 ± 14,2	79,8 ± 8,4*	101,4 ± 7,9	96,3 ± 7,3
PA sistòlica, mmHg	124,01 ± 17,7	124,45 ± 19,4	132,3 ± 20,6	132,9 ± 16,1
PA diastòlica, mmHg	79,09 ± 12,4	76,9 ± 8,8	85,0 ± 15,6	93,5 ± 13,0**
RPE	10,0 ± 3,0	6,2 ± 0,6**	12,5 ± 2,8	6,8 ± 1,4**

FC: freqüència cardíaca; FECO<sub>2</sub>: fracció espiratòria de diòxid de carboni; FEO<sub>2</sub>: fracció espirada d'oxigen; FR: freqüència respiratòria; PA: pressió arterial; PET CO<sub>2</sub>: pressió final en l'aire espirat del diòxid de carboni; PET O<sub>2</sub>: pressió final en l'aire espirat de l'oxigen; RER: ràtio d'intercanvi respiratori; RPE: percepció de l'exercici realitzat; SFC: síndrome de fatiga crònica; VE: ventilació per minut;  $V_E/VCO_2$ : equivalent ventilatori per a diòxid de carboni espirat;  $V_E/VO_2$ : equivalent ventilatori per a consum d'oxigen;  $VO_2$ : consum d'oxigen;  $V_T$ : volum corrent.

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ .

diferències ( $p < 0,05$ ) en el quocient respiratori durant l'exercici (SFC =  $0,9 \pm 0,09$ ; C =  $0,8 \pm 0,08$ ) (taula 2).

## Discussió

Aquest estudi va trobar diferències substancials entre les dones amb SFC i les d'un grup control (C) sedentari després d'un exercici físic realitzat amb càrregues com l'edat, el pes i el nivell d'activitat, les pacients seleccionades tenien les mateixes característiques que les del grup C. No hi va haver diferències entre els grups per al càlcul teòric del  $VO_2$  teòric, l'FC o la capacitat màxima de treball. La mostra estudiada en aquest treball va ser força més alta que la d'altres estudis que han avaluat la funció cardiorespiratòria durant l'exercici submàxim<sup>5</sup>.

En repòs, l'FC va ser un 9% més alta en les pacients amb SFC. Això es podria explicar per: a) un nivell més elevat d'ansietat; b) una disfunció del sistema autònom amb una hiperactivitat simpàtica<sup>8</sup> o una disminució del to vagal<sup>9</sup>, i c) uns valors més petits en les dimensions i la massa del ventricle esquerre<sup>10</sup>, la qual cosa produiria un augment de l'FC per mantenir la despesa cardíaca. Malgrat que no es van detectar diferències significatives en la pressió arterial en repòs entre ambdós grups, els valors de la pressió arterial diastòlica en pacients amb SFC van ser lleument superiors. Això suggereix que les pacients amb SFC podrien tenir una disminució del to vagal.

Les pacients amb SFC van mostrar una resposta significativament pitjor que les del grup C durant l'exercici malgrat que es va dur a terme sense càrrega addicional de treball. En particular, les pacients amb SFC tenien equivalents respiratoris superiors per a l'oxigen i el diòxid de carboni, la qual cosa les duia a una menor eficiència ventilatòria respecte dels subjectes del grup C, que tenien un 24% més de VE per al mateix  $VO_2$ . A més, es va observar un percentatge més gran d'oxigen, una pressió final d'oxigen superior, un menor percentatge de diòxid de carboni i una menor pressió final de diòxid de carboni. Això suggereix que la pressió alveolar d'ambdós gasos podria ser, probablement, secundària en un cert estat d'hiperventilació. Les diferències en l'eficiència ventilatòria, avaluada a través dels equivalents respiratoris per a l'oxigen i el diòxid de carboni, podrien explicar-se pels músculs toràcics més febles, tot produint respiracions poc profundes en pacients amb SFC. També podria estar vinculat a la hiperventilació de l'ansietat causada pels procediments durant el protocol que es van utilitzar al laboratori. Es va avaluar la VE durant el repòs i el període d'esforç estacionari per valorar si l'exercici feia minvar l'ansietat. La cinètica d'aquests paràmetres també podria estar relacionada amb els símptomes de les pacients. Les pacients amb SFC van comentar tenir una sensació de dispnea durant l'esforç físic lleu. La sensació de dispnea podria augmentar l'ansietat i afectar la resposta respiratòria durant l'exercici.

Per últim, aquests resultats podrien venir donats per un metabolisme oxidatiu reduït en les cèl·lules musculars<sup>11</sup> o bé per una capacitat alterada per obtenir oxigen en els petits vasos musculars, relacionats amb el control anormal de la circulació perifèrica<sup>12</sup>. La inactivitat física provoca una

disminució en l'aportació d'oxigen i en la capacitat oxidativa dels teixits. En el grup amb SFC hi havia un quocient respiratori significativament més gran. Això indica que es va utilitzar un percentatge més elevat dels dipòsits de glucosa per fer el mateix treball, principalment pel metabolisme aeròbic, en ser el valor inferior en la unitat.

## Conclusió

Segons els nostres resultats, les dones amb SFC tindrien una menor eficiència respiratòria que les del grup C durant els períodes d'esforç físic de baixa intensitat. L'eficiència es podria millorar mitjançant programes de rehabilitació, la qual cosa tindria beneficis psicofísics importants en les activitats diàries de les pacients d'SFC.

## Conflicte d'interessos

Els autors declaren no tenir cap conflicte d'interessos.

## Finançament

Aquest estudi ha estat finançat parcialment per una beca FIS PI051487-2006.

## Agraïments

Agraïm l'assessorament clínic dels doctors Alegre i García-Quintana.

## Bibliografia

1. Fukuda K, Straus SE, Hickie I, Sharpe MC, Dobbins JG, Komaroff A. The chronic fatigue syndrome: a comprehensive approach to its definition and study. International Chronic Fatigue Syndrome Study Group. *Ann Intern Med.* 1994;121:953-9.
2. De Becker P, Reynders M, McGregor N, De Meirleir K. Exercise capacity in chronic fatigue syndrome. *Arch Intern Med.* 2000;160:3270-7.
3. Javierre C, Alegre J, Ventura JL, García-Quintana, Segura R, Suárez A, et al. Physiological responses to arm and leg exercise in women patients with chronic fatigue syndrome. *JCFs.* 2007;14:43-53.
4. Nijs J, De Meirleir K. Prediction of peak oxygen in patients fulfilling the 1994 CDC criteria for chronic fatigue syndrome. *Clin Rehab.* 2004;18:785-92.
5. Wallman KE, Morton AR, Goodman C, Grove R. Physiological responses during a submaximal cycle test in chronic fatigue syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:1682-8.
6. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and normographic assessment of functional aerobic in cardiovascular disease. *Am Heart J.* 1973;85:546-62.
7. Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign, IL: Human Kinetics; 1998.
8. Pagani M, Lucini D, Mela G, Langewitz W, Malliani A. Sympathetic overactivity in subjects complaining of unexplained fatigue. *Clin Sci.* 1994;87:655-61.

9. Cordero D, Sisto S, Tapp W, LaManca J, Pareja J, Natelson B. Decreased vagal power during treadmill walking in patients with chronic fatigue syndrome. *Clin Auton Res.* 1996;6:329-33.
10. De Lorenzo F, Xiao H, Mukherjee M, Harcup J, Suleiman S, Kadziola Z, et al. Chronic fatigue syndrome: physical and cardiovascular deconditioning. *QJM.* 1998;91:475-81.
11. McCully K, Natelson B, Iotti S, Sisto S, Leigh J. Reduced oxidative muscle metabolism in chronic fatigue syndrome. *Muscle Nerve.* 1996;19:621-5.
12. Wilke W, Fouad-Tarazi F, Cash J, Calibrese L. The connection between chronic fatigue syndrome and neurally mediated hypotension. *Cleveland Clin J Med.* 1998;65:261-6.