



# apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

## Respuesta respiratoria al ejercicio físico de baja intensidad en mujeres con síndrome de fatiga crónica

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

<sup>a</sup>Unidad de Fisiología, Departamento de Ciencias Fisiológicas II, Facultad de Medicina, Universidad de Barcelona, Barcelona, España

<sup>b</sup>Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital Universitario de Bellvitge, L'Hospitalet, Barcelona, España

<sup>c</sup>Unidad de Fisiología del Ejercicio, Hospital General de Catalunya, Sant Cugat, Barcelona, España

<sup>d</sup>Departamento de Ciencias y Ciencias Sociales, Universidad de Vic, Vic, Barcelona, España

<sup>e</sup>Unidad de Anestesiología, Hospital Universitari de Bellvitge, L'Hospitalet, Barcelona, España

Recibido el 30 de diciembre de 2009; aceptado el 12 de enero de 2010

Disponible en Internet el 9 de marzo de 2010

### PALABRAS CLAVE

Síndrome de fatiga crónica;  
Ejercicio;  
Respuesta fisiológica

### Resumen

**Introducción:** El objetivo del estudio fue evaluar los parámetros cardiorrespiratorios en condiciones de reposo y la respuesta durante ejercicio físico a muy baja intensidad en mujeres con síndrome de fatiga crónica (SFC).

**Material y métodos:** Un grupo de 141 mujeres afectadas por el SFC se comparó con un grupo control (C) de 20 mujeres en condiciones de reposo y durante 4 min de ejercicio constante en un cicloergómetro sin carga de trabajo (carga de trabajo=0 W).

**Resultados:** Se encontraron diferencias significativas durante el ejercicio: el cociente respiratorio ( $SFC = 0,9 \pm 0,09$ ,  $C = 0,8 \pm 0,08$ ;  $p < 0,05$ ), equivalente respiratorio para el oxígeno ( $SFC = 34,6 \pm 10,1$ ,  $C = 28,0 \pm 3,4$ ;  $p < 0,01$ ) y el dióxido de carbono ( $SFC = 37,9 \pm 7,7$ ;  $C = 33,4 \pm 3,8$ ;  $p = 0,01$ ). Se observaron diferencias en la frecuencia cardíaca durante el período de descanso ( $SFC = 86,8 \pm 14,2$  lpm<sup>-1</sup>,  $C = 79,8 \pm 8,4$  lpm<sup>-1</sup>;  $p = 0,03$ ). No hubo diferencias significativas en la percepción del esfuerzo realizado durante el descanso ( $SFC = 10,3 \pm 3,0$ ,  $C = 6,2 \pm 0,6$ ;  $p < 0,001$ ) y justo después del ejercicio ( $SFC = 12,5 \pm 2,8$ ,  $C = 6,8 \pm 1,4$ ;  $p < 0,01$ ).

**Conclusiones:** Se concluye que las mujeres con SFC tienen menos eficiencia ventilatoria que las del C durante el esfuerzo físico a baja intensidad. Este aspecto podría ser mejorado a través de programas específicos de rehabilitación.

© 2009 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: 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 chronic fatigue syndrome (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  $\text{min}^{-1}$ , C =  $79.8 \pm 8.4$  beats  $\text{min}^{-1}$ ,  $p = 0.03$ ). 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.

**Introducción**

Una de las principales características de los pacientes afectados por el síndrome de fatiga crónica (SFC) es su reducida capacidad para el ejercicio y el empeoramiento del síntoma fatiga tras un esfuerzo. Los pacientes con SFC presentan una percepción del ejercicio realizado (RPE) elevado horas e incluso días después de un esfuerzo físico<sup>1</sup>. Diferentes estudios han descrito una reducción en la potencia aeróbica de estos pacientes con valores bajos de pico de consumo máximo de oxígeno, frecuencia cardíaca (FC) y carga de trabajo desarrollada<sup>2-4</sup>. Los pacientes con SFC tenían una RPE mayor al comienzo del ejercicio físico, durante el esfuerzo submáximo, en el trabajo máximo y durante el tiempo de recuperación<sup>5</sup>. Muchas de estas investigaciones evaluaban la capacidad funcional de estos pacientes mediante protocolos de métodos de incremento progresivo, intentando objetivar los valores máximos cardiorrespiratorios. Sin embargo, no existen estudios sobre la respuesta cardiorrespiratoria en el SFC durante un ejercicio de baja intensidad, equivalente a la carga física que podrían representar las actividades diarias de los pacientes con SFC. Por tanto, hemos evaluado algunos parámetros fisiológicos en pacientes con SFC durante reposo y a muy baja intensidad en condiciones estacionarias.

**Métodos**

Un grupo de 141 mujeres afectadas por el SFC (edad:  $46,7 \pm 8,7$  años; altura:  $160,4 \pm 0,6$  cm; peso:  $67,1 \pm 13,2$  kg) fueron comparadas con un grupo control (C) de 20 mujeres (edad:  $42,9 \pm 11$  años; altura:  $158,9 \pm 6,4$  cm; peso:  $66,7 \pm 10,9$  kg) con niveles social y de actividad similares. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto

de Investigación de Bellvitge (IDIBELL, Campus de Bellvitge). Todos los sujetos firmaron el consentimiento informado correspondiente. Las pacientes fueron evaluadas cuidadosamente para comprobar que cumplían los criterios para el SFC del Center for Disease Control. Previamente, los diagnósticos fueron confirmados por el consenso de dos especialistas.

**Pruebas de laboratorio**

Todas las pruebas fueron realizadas en el laboratorio del Departamento de Ciencias Fisiológicas II (IDIBELL, Facultad de Medicina, Universidad de Barcelona, Campus Bellvitge). Los parámetros ambientales del laboratorio se mantuvieron estables y óptimos (temperatura de  $22-24$  °C, humedad relativa del 55-66%). Las participantes no realizaron ningún tipo de actividad de alta intensidad física en las 72 h anteriores a la prueba y todas declararon que habían dormido normalmente la noche anterior. Las pruebas se realizaron por la mañana después de un desayuno ligero sin bebidas estimulantes o depresoras. Los sujetos fueron evaluados mientras estaban en reposo durante 2 min en el cicloergómetro (Excalibur, Lode, Groningen, Holanda). Posteriormente, pedaleaban sin carga de trabajo (0W) a 50 rpm durante 4 min. Esta duración de ejercicio fue suficiente para alcanzar un estado de equilibrio en el ritmo cardíaco, la ventilación (VE), el consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono al tratarse de una prueba sin carga de trabajo. Un sistema automático de respiración a respiración (Metasys TR-plus, Brainware SA, La Valette, Francia) midió el volumen de aire movilizado de forma continua y, al mismo tiempo, determinó el dióxido de carbono espirado ( $\text{VCO}_2$ ) y el de oxígeno ( $\text{VO}_2$ ) utilizando una máscara de doble vía (Hans Rudolph, Kansas, EE.UU.). La FC

fue monitorizada a lo largo de toda la prueba por medio de un pulsómetro (Polar Acurex Plus, Polar Electro OY, Finlandia), y la presión arterial se registró al final de las fases de descanso y del ejercicio. Basados en la edad, los valores pronosticados de  $\text{VO}_2$  máximo se calcularon a partir de ecuaciones de regresión derivadas de la prueba máxima de una cohorte de mujeres sanas sedentarias:  $\text{VO}_2$  máximo en  $\text{kg ml}^{-1} \text{min}^{-1} = 42,3 - 24(0,356 \text{ edad en años})^6$ .

El RPE se determinó utilizando la escala de Borg<sup>7</sup> durante el reposo y justo después del período de ejercicio. La VE, el  $\text{VO}_2$ , el  $\text{VCO}_2$  y la FC se promediaron para el período de

reposo completo y para los últimos 2 min del período de ejercicio.

### Análisis estadístico

El test de Kolmogorov-Smirnov fue utilizado para determinar la distribución normal de las diferentes variables. Las diferencias entre los valores registrados en el C y el grupo SFC se analizaron mediante la prueba t de Student para muestras no apareadas. El nivel de significación fue de  $p < 0,05$  para todas las variables estadísticas.

### Resultados

No hubo diferencias significativas en las características físicas o funcionales de los sujetos estudiados (tabla 1).

No hubo diferencias significativas en los valores ventilatorios de reposo entre ambos grupos. Sin embargo, la FC (media  $\pm$  desviación estándar) fue significativamente mayor ( $p = 0,03$ ) en pacientes con SFC ( $\text{SFC} = 86,8 \pm 14,2 \text{ lpm}^{-1}$ ,  $\text{C} = 79,8 \pm 8,4 \text{ lpm}^{-1}$ ), así como la escala de RPE ( $\text{SFC} = 10,3 \pm 3,0$ ,  $\text{C} = 6,2 \pm 0,6$ ;  $p < 0,001$ ).

Durante el ejercicio, se detectaron diferencias ventilatorias entre ambos grupos en los equivalentes respiratorios de  $\text{VO}_2$  ( $\text{SFC} = 34,6 \pm 10,1$ ,  $\text{C} = 28,0 \pm 3,4$ ;  $p < 0,01$ ) y  $\text{VCO}_2$  ( $\text{SFC} = 37,9 \pm 7,7$ ,  $\text{C} = 33,4 \pm 3,8$ ;  $p = 0,01$ ). También se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en presiones finales de oxígeno ( $\text{SFC} = 109,2 \pm 7,5 \text{ mmHg}$ ,  $\text{C} = 103,2 \pm 3,8$

Tabla 1 Características de ambos grupos

	Grupo SFC	Grupo control
Edad, años	46,7 $\pm$ 8,7	42,9 $\pm$ 11,0
Peso, kg	67,1 $\pm$ 13,2	66,7 $\pm$ 10,9
Altura, cm	160,4 $\pm$ 0,6	158,9 $\pm$ 6,4
$\text{VO}_2$ máximo teórico, $\text{ml kg}^{-1} \text{min}^{-1}$	25,7 $\pm$ 3,3	27,0 $\pm$ 3,9
FC máximo teórico, $\text{lpm}^{-1}$	173,8 $\pm$ 8,8	177,7 $\pm$ 10,9
Carga de trabajo máximo teórico, W	131,5 $\pm$ 21,8	136,6 $\pm$ 18,7

FC: frecuencia cardíaca; SFC: síndrome de fatiga crónica;  $\text{VO}_2$ : consumo de oxígeno.

Tabla 2 Parámetros fisiológicos durante reposo y pedaleando sin carga (0 vatios) en los grupos con síndrome de fatiga crónica y control

Parámetros	Reposo		0 W	
	Grupo SFC	Grupo control	Grupo SFC	Grupo control
VE, $\text{lpm}^{-1}$	10,4 $\pm$ 2,9	9,57 $\pm$ 1,8	19,6 $\pm$ 7,3	16,0 $\pm$ 2,6
FR, respiraciones/ $\text{min}^{-1}$	17,8 $\pm$ 4,1	17,0 $\pm$ 4,0	23,3 $\pm$ 6,5	21,7 $\pm$ 4,2
$\text{V}_T$ , l	0,5 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,0	0,7 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,1
$\text{VO}_2$ , $\text{lpm}^{-1}$	0,3 $\pm$ 0,0	0,3 $\pm$ 0,0	0,5 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,1
$\text{VO}_2$ , $\text{ml kg}^{-1} \text{min}^{-1}$	5,0 $\pm$ 1,4	4,7 $\pm$ 1,0	8,6 $\pm$ 2,4	8,7 $\pm$ 1,7
RER	0,8 $\pm$ 0,0	0,8 $\pm$ 0,0	0,9 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,1
$\text{FEO}_2$ , %	17,0 $\pm$ 0,6	16,9 $\pm$ 0,4	17,2 $\pm$ 0,7	16,6 $\pm$ 0,4*
$\text{FECO}_2$ , %	3,2 $\pm$ 0,5	3,2 $\pm$ 0,3	3,3 $\pm$ 0,5	3,6 $\pm$ 0,3*
$\text{V}_E/\text{VO}_2$ , l	32,2 $\pm$ 6,4	30,9 $\pm$ 4,7	34,6 $\pm$ 10,1	28,0 $\pm$ 3,4*
$\text{V}_E/\text{VCO}_2$ , l	39,0 $\pm$ 7,5	38,1 $\pm$ 4,0	37,9 $\pm$ 7,7	33,4 $\pm$ 3,3*
PET $\text{O}_2$ , mmHg	107,0 $\pm$ 5,7	105,4 $\pm$ 4,9	109,2 $\pm$ 7,5	103,2 $\pm$ 3,8*
PET $\text{CO}_2$ , mmHg	34,6 $\pm$ 4,6	35,0 $\pm$ 3,2	34,4 $\pm$ 5,9	37,9 $\pm$ 3,2*
FC, $\text{lpm}^{-1}$	86,8 $\pm$ 14,2	79,8 $\pm$ 8,4*	101,4 $\pm$ 7,9	96,3 $\pm$ 7,3
PA sistólica, mmHg	124,01 $\pm$ 17,7	124,45 $\pm$ 19,4	132,3 $\pm$ 20,6	132,9 $\pm$ 16,1
PA diastólica, mmHg	79,09 $\pm$ 12,4	76,9 $\pm$ 8,8	85,0 $\pm$ 15,6	93,5 $\pm$ 13,0**
RPE	10,0 $\pm$ 3,0	6,2 $\pm$ 0,6**	12,5 $\pm$ 2,8	6,8 $\pm$ 1,4**

FC: frecuencia cardíaca;  $\text{FECO}_2$ : fracción espiratoria de dióxido de carbono;  $\text{FEO}_2$ : fracción espirada de oxígeno; FR: frecuencia respiratoria; PA: presión arterial; PET  $\text{CO}_2$ : presión final en el aire espirado del dióxido de carbono; PET  $\text{O}_2$ : presión final en el aire espirado del oxígeno; RER: ratio de intercambio respiratorio; RPE: percepción del ejercicio realizado; SFC: síndrome de fatiga crónica; VE: ventilación por minuto;  $\text{V}_E/\text{VCO}_2$ : equivalente ventilatorio para dióxido de carbono espirado;  $\text{V}_E/\text{VO}_2$ : equivalente ventilatorio para consumo de oxígeno;  $\text{VO}_2$ : consumo de oxígeno;  $\text{V}_T$ : volumen corriente.

\* $p < 0,05$ .

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

mmHg) y dióxido de carbono ( $SFC = 34,4 \pm 5,9$  mmHg,  $C = 37,9 \pm 3,2$  mmHg). Del mismo modo, se detectaron diferencias ( $p < 0,05$ ) en el cociente respiratorio durante el ejercicio ( $SFC = 0,9 \pm 0,09$ ,  $C = 0,8 \pm 0,08$ ) (tabla 2).

## Discusión

Este estudio encontró diferencias sustanciales entre las mujeres con SFC y las de un grupo control (C) sedentario después de un ejercicio físico realizado a cargas de trabajo muy bajas. Para evitar la influencia de variables como la edad, el peso y el nivel de actividad, las pacientes seleccionadas tenían las mismas características que las del C. No hubo diferencias entre los grupos para la estimación teórica del  $VO_2$  teórico, la FC o la capacidad máxima de trabajo. La muestra estudiada en este trabajo fue bastante más elevada que otros estudios que han evaluado la función cardiorrespiratoria durante el ejercicio submáximo<sup>5</sup>.

En reposo, la FC fue un 9% mayor en las pacientes con SFC. Esto podría explicarse por: a) un mayor nivel de ansiedad; b) una disfunción del sistema autónomo con una hiperactividad simpática<sup>8</sup> o una disminución del tono vagal<sup>9</sup>, y c) unos valores más pequeños en las dimensiones y la masa del ventrículo izquierdo<sup>10</sup>, lo que produciría un aumento de la FC para mantener el gasto cardíaco. Aunque no se detectaron diferencias significativas en la presión arterial en reposo entre ambos grupos, los valores de la presión arterial diastólica en pacientes con SFC fueron ligeramente superiores. Esto sugiere que las pacientes con SFC podrían tener una disminución del tono vagal.

Las pacientes con SFC mostraron una respuesta significativamente peor que las del C durante el ejercicio a pesar de realizarse sin carga adicional de trabajo. En particular, las pacientes con SFC tenían equivalentes respiratorios superiores para el oxígeno y el dióxido de carbono, lo que las llevaba a una menor eficiencia ventilatoria respecto a los sujetos del C, quienes tenían un 24% más de VE por el mismo  $VO_2$ . Además, se observó un mayor porcentaje de oxígeno, una presión final de oxígeno superior, un menor porcentaje de dióxido de carbono y una menor presión final de dióxido de carbono. Esto sugiere que la presión alveolar de ambos gases podría ser, probablemente, secundaria a un cierto estado de hiperventilación. Las diferencias en la eficiencia ventilatoria, evaluada a través de los equivalentes respiratorios para el oxígeno y el dióxido de carbono, podrían explicarse por los músculos torácicos más débiles, produciendo respiraciones poco profundas en pacientes con SFC. También podría estar vinculado a la hiperventilación de la ansiedad causada por los procedimientos durante el protocolo que se utilizaron en el laboratorio. Se evaluó la VE durante el reposo y el período de esfuerzo estacionario para valorar si el ejercicio disminuía la ansiedad. La cinética de estos parámetros también podría estar relacionada con los síntomas de los pacientes. Los pacientes con SFC comentaron tener una sensación de disnea durante el esfuerzo físico leve. La sensación de disnea podría aumentar la ansiedad y afectar la respuesta respiratoria durante el ejercicio.

Por último, estos resultados podrían deberse a un metabolismo oxidativo reducido en las células musculares<sup>11</sup> o a una capacidad alterada para obtener oxígeno en los

pequeños vasos musculares, relacionados con el control anormal de la circulación periférica<sup>12</sup>. La inactividad física provoca una disminución en el aporte de oxígeno y en la capacidad oxidativa de los tejidos. En el grupo con SFC había un cociente respiratorio significativamente mayor. Esto indica que se utilizó un porcentaje más elevado de los depósitos de glucosa para realizar el mismo trabajo, principalmente por el metabolismo aeróbico, al ser el valor inferior a la unidad.

## Conclusión

Según nuestros resultados, las mujeres con SFC tendrían una menor eficiencia respiratoria que las del C durante los períodos de esfuerzo físico de baja intensidad. La eficiencia podría mejorarse por medio de programas de rehabilitación, lo que tendría importantes beneficios psicofísicos en las actividades diarias de los pacientes con SFC.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Financiación

Este estudio fue financiado parcialmente por una beca FIS PI051487-2006.

## Agradecimientos

Agradecemos el asesoramiento clínico de los doctores Alegre y García-Quintana.

## Bibliografía

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, Calabrese L. The connection between chronic fatigue syndrome and neurally mediated hypotension. *Cleve Clin J Med*. 1998;65:261-6.