

Variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador de salud en el deporte: validación con un cuestionario de calidad de vida (SF-12)

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

^aLaboratorio de Psicología del Deporte. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra. Barcelona. España.

^bServicios Médicos. Futbol Club Barcelona. Barcelona. España.

RESUMEN

Introducción y objetivo: El análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) se utiliza cada vez más en el ámbito de la medicina del deporte para evaluar la adaptación al entrenamiento de los deportistas. Nuestro objetivo es validar el análisis de la VFC como indicador de salud, comparando los parámetros de VFC con las puntuaciones del SF-12 en una muestra de personas sanas.

Método: Estudio experimental con 32 sujetos sanos, 18 varones y 14 mujeres (26,19 años de promedio). Se utilizó el cuestionario SF-12 para evaluar la calidad de vida y un pulsómetro telemétrico Polar S810i para registrar la VFC a partir del intervalo RR. Los parámetros de VFC se obtuvieron mediante el software Polar Precision Performance.

Resultados: Los parámetros RMSSD, pNN50 y HF que muestran la VFC correlacionan significativa y positivamente con los valores de percepción de salud a nivel físico, obtenidos en la escala de sumario físico, en la dimensión de rol físico y en la escala total del SF-12. Los sujetos del grupo que percibe mayor salud son los que presentan mayor variabilidad de la frecuencia cardíaca. Una mayor activación vagal en reposo se relaciona con una mayor calidad de vida en relación con la salud.

Conclusiones: Los resultados de nuestro estudio confirman que el análisis de la VFC es un buen marcador del estado de salud y puede ayudar a diagnosticar rápidamente y con facilidad (en reposo, de forma no invasiva) estados de estrés (*burnout*, fatiga, sobreentrenamiento, agotamiento o ansiedad) en la población general y, especialmente, en deportistas de alto rendimiento.

PALABRAS CLAVE: Variabilidad de la frecuencia cardíaca. Calidad de vida. Salud. SF-12. Validación. 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.

Este trabajo ha sido realizado gracias a los proyectos de I+D SEJ2005-05113 y DEP2006-56125-C03/PREV concedidos por el Ministerio de Educación y Ciencia, y al proyecto SGR2005-00318 reconocido por la Generalitat de Catalunya.

Correspondencia: Lluís Capdevila Ortís. Laboratorio de Psicología del Deporte. Edificio B. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra. Barcelona. España. Correo electrónico: lluiscapdevila@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es una técnica cada vez más utilizada en el ámbito clínico, ya que permite obtener de una forma no invasiva indicadores que se relacionan con la salud en la población general y que son sensibles a trastornos tanto fisiológicos^{1,2} como psicológicos^{3,4}. Habitualmente, el análisis de la VFC parte de la detección precisa del complejo QRS por medio de electrocardiogramas (ECG) de alta calidad⁵. El avance tecnológico ha permitido pasar de los registros ECG en aparatos fijos de laboratorio a los registros mediante Holter u otros registros ambulatorios, hasta llegar a los monitores inalámbricos como el Polar S810i (Polar Electro, Finlandia), que constituyen una alternativa válida para evaluar la VFC en situaciones de campo⁶.

La VFC se ha propuesto, por ejemplo, como indicador de funcionamiento cardiovascular normal y patológico o, entre muchos otros, como indicador de eficacia de medicamentos cardiovasculares sobre el sistema nervioso autónomo (SNA)⁷⁻⁹. En el ámbito de la medicina y la fisiología del deporte, el análisis de la VFC ha resultado un instrumento muy prometedor para realizar un seguimiento de los deportistas, permitiendo evaluar la buena^{10,11} o la mala adaptación^{12,13} a las cargas de entrenamiento deportivo, posibilitando el control del equilibrio entre salud, entrenamiento y rendimiento deportivo¹⁴.

Por otro lado, uno de los instrumentos más utilizados en el ámbito médico para medir la calidad de vida en relación con la salud es el cuestionario SF (*The Short Form Health Survey*) y sus diferentes versiones, como el SF-36 o el SF-12. Se trata de una escala que permite obtener un perfil general del estado de salud percibida, aplicable tanto en población general como en grupos específicos de pacientes. Se ha utilizado para valorar la calidad de vida, para comparar la carga de diversas enfermedades, para valorar la eficacia de diversos tratamientos o para valorar el estado individual de salud de los pacientes¹⁵. También es un instrumento muy adecuado para su uso en investigación y en la práctica clínica¹⁶. La escala original es el SF-36¹⁷, con 36 ítems, y su versión reducida más utilizada es el SF-12, con 12 ítems, que mejora las propiedades métricas e interpretación^{18,19} del SF-36. Éste valora la percepción de salud y se ha utilizado para validar otros instrumentos de medición, como, por ejemplo, la calidad de vida en mujeres con osteoporosis²⁰, en pacientes con incontinencia urinaria²¹, osteoartritis²², trasplantados²³ o en enfermería y estrés laboral^{24,25}. En la versión en castellano, el SF-12 explica un 91% de la varianza del SF-36 en los sumarios físico y mental¹⁶.

El presente trabajo tiene el objetivo de validar el análisis de la VFC como indicador de salud, comparando los parámetros

de VFC con las puntuaciones del SF-12 en una muestra de personas sanas.

MÉTODOS

Sujetos

Participaron de manera voluntaria 32 sujetos sanos (18 varones y 14 mujeres), con una edad media de 26,19 años (DT = 2,77), un peso medio de 69,40 kg (DT = 14,13) y una altura media de 1,73 m (DT = 0,09). Se obtuvo un consentimiento informado para cada uno de ellos, cumpliéndose las normas éticas del comité de investigación.

Material

Para evaluar la calidad de vida en relación a la salud se utilizó el cuestionario SF-12 en su versión "semanal"¹⁸. Las respuestas son escalas tipo Likert que evalúan intensidad o frecuencia, de entre 2 y 6 opciones en función del ítem. Se han calculado las puntuaciones correspondientes a las 8 subescalas originales del SF-36: función física (2 ítems), función social (1 ítem), rol físico (2 ítems), rol emocional (2 ítems), salud mental (2 ítems), vitalidad (1 ítem), dolor corporal (1 ítem) y salud general (1 ítem). Para el cálculo de las 8 dimensiones se ha seguido la misma codificación y criterios de corrección propuestos para el SF-36 y se han obtenido puntuaciones transformadas que pueden oscilar entre 0 (peor salud) y 100 (mejor salud). También se ha calculado una puntuación total que consiste en el promedio de las puntuaciones en las 8 dimensiones. A partir de los algoritmos de cálculo con muestra española facilitados por el Instituto Municipal de Investigaciones Médicas (IMIM) de Barcelona, se han calculado 2 puntuaciones sumario, la del componente físico (PCS-12) y la del componente mental (MCS-12). Para registrar la VFC a partir del intervalo RR se utilizó una banda torácica Polar T31 y un pulsómetro telemétrico Polar S810i (Polar Electro, Finlandia) que permitía el almacenamiento y posterior volcado informático de los datos. Los parámetros del análisis de VFC se obtuvieron mediante el software Polar Precision Performance (4 SW; Polar Electro Oy).

Procedimiento

Los sujetos acudieron individualmente al Laboratorio de Psicología del Deporte de la Universitat Autònoma de Barcelona, en una única sesión de 15-20 min, por la mañana antes del almuerzo, durante un período de una semana. La tempe-

ratura de la sala era de entre 20 y 25 °C. Un investigador colocaba la banda torácica al sujeto e iniciaba el registro de la VFC. A continuación, cada participante cumplimentaba el cuestionario SF-12 y, seguidamente, permanecía en reposo en posición supina sobre una colchoneta durante 5 min, con el fin de estabilizar la frecuencia cardíaca. Inmediatamente después se registraba durante 2,5 min la VFC a partir del intervalo RR.

Análisis de datos

Los errores causados por la monitorización de la frecuencia cardíaca fueron corregidos mediante el software Polar Precision Performance, analizándose a continuación los parámetros de VFC. Para el análisis en el dominio temporal, se obtuvieron la media del intervalo RR (RR medio), la desviación estándar de los intervalos RR (SDNN), la raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos (RMSSD) y el porcentaje de intervalos RR consecutivos que discrepan más de 50 milisegundos entre sí (pNN50). Para el dominio frecuencial se utilizó el análisis espectral a partir de la transformación rápida de Fourier (FFT) para cuantificar el espectro de la densidad del rendimiento de las frecuencias muy bajas (VLF; 0,00-0,04 Hz), las frecuencias bajas (LF; 0,04-0,15 Hz) y frecuencias altas (HF; 0,15-0,40 Hz) [expresadas en ms²]⁵. Para el análisis cuantitativo de los datos se analizaron los parámetros SD1 y SD2 que representan la dispersión transversal y longitudinal de los puntos, respectivamente, obtenidos a partir del gráfico de Poincaré²⁶.

Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico SPSS (v.14.0 SPSS Inc., Chicago). Para relacionar las puntuaciones del SF-12 y los valores de los parámetros de VFC, se calcularon correlaciones de Pearson para los valores cuantitativos directos, y se aplicaron el análisis de la variancia (ONEWAY) y la prueba de χ^2 de Pearson para comparar niveles en ambos tipos de puntuaciones. En cuanto a la significación de todas las pruebas, se consideró un nivel de probabilidad del 5%.

RESULTADOS

En general, los valores de los parámetros de VFC en el dominio temporal correlacionan positivamente con los valores de percepción de salud en las escalas totales del SF-12 y para la es-

Tabla I Correlaciones de Pearson (r) entre los parámetros de VFC y algunas puntuaciones del SF-12

Parámetro VFC	SF-12			
	Escala física	Escala mental	Rol físico	SF total
RR medio	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)

^aCorrelación significativa al nivel 0,05 (bilateral).

^bCorrelación significativa al nivel 0,01 (bilateral).

HF: banda de frecuencias altas (*high frequency*); LF: banda de frecuencias bajas (*low frequency*); NS: no significativo; pNN50: porcentaje de intervalos RR consecutivos que discrepan más de 50 milisegundos entre sí; RMSSD: desviación estándar de la diferencia de la serie RR en milisegundos; RR medio: intervalo RR medio en milisegundos; SD1: parámetro de dispersión transversal del diagrama de Poincaré en milisegundos (*parameter transverse dispersion*); SD2: parámetro de dispersión longitudinal del diagrama de Poincaré en milisegundos (*parameter longitudinal dispersion*); SDNN: desviación estándar de los intervalos RR en milisegundos; SF-12: Forma corta del cuestionario de calidad de vida (*The Short Form Health Survey*); VFC: variabilidad de la frecuencia cardíaca; VLF: frecuencias muy bajas (*very low frequency*).

cala de rol físico. En cuanto a los valores de los parámetros de VFC en el dominio espectral, cabe destacar la correlación positiva del valor HF, correspondiente a la activación parasimpática, con la escala física, la escala total y la subescala de rol físico del SF-12. Los parámetros LF y VLF, que reflejan la influencia de la actividad simpática y de otros factores, no muestran correlaciones positivas con las escalas del SF-12. La Escala Mental del SF-12, así como el resto de subescalas, que no aparecen en la tabla I, no muestran correlaciones significativas con los parámetros de VFC analizados.

Para cada escala y subescala del SF-12 se ha separado la muestra en 2 grupos a partir del centil 50, identificándose

Tabla II

Valor medio de los parámetros de VFC, comparando los sujetos que presentan un nivel bajo (por debajo del centil 50) y un nivel alto (por encima del centil 50) en la subescala de *rol físico* y en la *puntuación total* del SF-12. Se muestran las medias (con las desviaciones típicas) y la significación del análisis de la variancia (p)

Parámetro VFC	Salud percibida (SF-12)					
	Nivel de rol físico en SF-12			Nivel de puntuación total en SF-12		
	Bajo (n = 16)	Alto (n = 16)	p	Bajo (n = 16)	Alto (n = 16)	p
RR medio	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	1.059,84 (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 frecuencias altas (*high frequency*); LF: banda de frecuencias bajas (*low frequency*); NS: no significativo; pNN50: porcentaje de intervalos RR consecutivos que discrepan más de 50 milisegundos entre sí; RMSSD: desviación estándar de la diferenciación de la serie RR en milisegundos; RR medio: intervalo RR medio en milisegundos; SD1: parámetro de dispersión transversal del diagrama de Poincaré en milisegundos (*parameter transverse dispersion*); SD2: parámetro de dispersión longitudinal del diagrama de Poincaré en milisegundos (*parameter longitudinal dispersion*); SDNN: desviación estándar de los intervalos RR en milisegundos; SF-12: Forma corta del cuestionario de calidad de vida (*The Short Form Health Survey*); VFC: variabilidad de la frecuencia cardíaca; VLF: frecuencias muy bajas (*very low frequency*).

como *nivel bajo* (16 sujetos por debajo del centil 50) y *nivel alto* (16 sujetos por encima del centil 50). A partir de un análisis de la variancia (ONEWAY), se han comparado los 2 grupos establecidos para cada escala y subescala del SF-12, respecto a todos los parámetros de VFC estudiados. Para la subescala de *rol físico* del SF-12, en el grupo de *nivel alto* se han observado valores más altos que en el grupo de *nivel bajo* en los parámetros 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 ($F_{(1,30)} = 10,67$; $p = 0,003$) y HF ($F_{(1,30)} = 7,57$; $p = 0,010$) (tabla II). Para la *puntuación total* del SF-12, en el grupo de *nivel alto* se han observado valores más altos que en el grupo de *nivel bajo* en los parámetros 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 ($F_{(1,30)} = 9,15$; $p = 0,005$) y HF ($F_{(1,30)} = 5,75$; $p = 0,023$) (tabla II). En ningún caso los grupos de *nivel bajo* de puntuación en el SF-12 han mostrado puntuaciones de parámetros de VFC superiores a los grupos de *nivel alto*. No se han observado diferencias significativas entre los 2 niveles, ni para las escalas *física* y *mental* del SF-12, ni para el resto de subescalas. El análisis de la variancia sólo ha mostrado diferencias

entre sexos para el valor medio de los intervalos RR (RRmedio), siendo más alto para los varones (RRmedio = 924,55; DT = 196,51) que para las mujeres (RRmedio = 765,85; DT = 122,62) ($F_{(1,30)} = 6,98$; $p = 0,013$).

Igual que para las escalas del SF-12, también se han clasificado los sujetos en 2 grupos de *nivel bajo* y *nivel alto*, para cada parámetro de VFC. De esta forma, mediante una prueba de χ^2 de Pearson se han comparado los 2 grupos de cada escala y subescala del SF-12 con los 2 grupos de cada parámetro de VFC (tabla III). Se han observado diferencias significativas sólo para los parámetros RMSSD, pNN50 y HF respecto a la subescala de *rol físico* y a la *puntuación total* del SF-12. Estas diferencias indican que un 75% de sujetos con un nivel alto de *rol físico* también tienen valores altos en los 3 parámetros de VFC, y que un 75% de sujetos con un nivel bajo de *rol físico* también tienen valores bajos en los tres parámetros de VFC, tal como se muestra en un ejemplo para RMSSD en la figura 1 ($\chi^2_{(1)} = 8,00$; $p = 0,006$). Lo mismo sucede con la *puntuación total* del SF-12 y los parámetros pNN50 y HF ($\chi^2_{(1)} = 8,00$; $p = 0,006$), aunque el porcentaje de sujetos que coinciden en los niveles bajos y en los niveles altos es del 68,8% para el parámetro RMSSD ($\chi^2_{(1)} = 4,50$; $p = 0,038$).

Tabla III

Comparación de los sujetos que presentan un nivel bajo (por debajo del centil 50) y un nivel alto (por encima del centil 50) en la subescala de *rol físico*, en la *puntuación total* del SF-12 y en los parámetros RMSSD, pNN50 y HF. Se muestran los sujetos observados en cada cruzamiento de niveles (n), el porcentaje que representan (%), y la significación de la prueba de χ^2 de Pearson (p)

Parámetro VFC		Salud percibida (SF-12)					
		Nivel de rol físico en SF-12			Nivel de puntuación total en SF-12		
		Bajo (%)	Alto (%)	p	Bajo (%)	Alto (%)	p
RMSSD	Bajo	12 (75)	4 (25)	0,006	11 (68,8)	5 (31,3)	0,038
	Alto	4 (25)	12 (75)		5 (31,3)	11 (68,8)	
pNN50	Bajo	12 (75)	4 (25)	0,006	12 (75)	4 (25)	0,006
	Alto	4 (25)	12 (75)		4 (25)	12 (75)	
HF (ms ²)	Bajo	12 (75)	4 (25)	0,006	12 (75)	4 (25)	0,006
	Alto	4 (25)	12 (75)		4 (25)	12 (75)	

HF: banda de frecuencias altas (*high frequency*); pNN50: porcentaje de intervalos RR consecutivos que discrepan más de 50 milisegundos entre sí; RMSSD: desviación estándar de la diferenciación de la serie RR en milisegundos; SF-12: Forma corta del cuestionario de calidad de vida (*The Short Form Health Survey*); VFC: variabilidad de la frecuencia cardíaca.

DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo permiten relacionar, en personas sanas, una mayor calidad de vida en relación a la salud con una mayor variabilidad de la frecuencia cardíaca.

En general, los parámetros de VFC se correlacionan significativa y positivamente con los valores de percepción de salud a nivel físico, obtenidos en la escala de sumario físico y en la subescala de rol físico. También correlacionan del mismo modo con la escala total del SF-12. En cuanto al análisis en el dominio temporal, cabe destacar la correlación mostrada por los valores de RMSSD y pNN50, ya que son 2 de los parámetros temporales más estudiados en la bibliografía⁶. En cuanto a los valores en el dominio espectral, cabe destacar la correlación positiva del valor HF también con la escala de sumario físico, la escala total y la subescala de rol físico del SF-12. Este parámetro corresponde a las ondas de alta frecuencia del análisis espectral y refleja la activación parasimpática⁵. Por tanto, la correlación significativa observada indica que una mayor activación vagal se relaciona con una mayor calidad de vida en relación con la salud. En cambio, los parámetros LF y VLF, que reflejan la influencia de la actividad simpática y de otros factores, no muestran correlaciones sistemáticas con las escalas del SF-12 (sólo el parámetro LF muestra correlación con la escala de rol físico). Por otro lado, la escala de sumario mental del SF-12, así como las 7 subescalas aparte de la de rol físico que no aparecen en la tabla I, no muestran correlaciones significativas con los parámetros de VFC analiza-

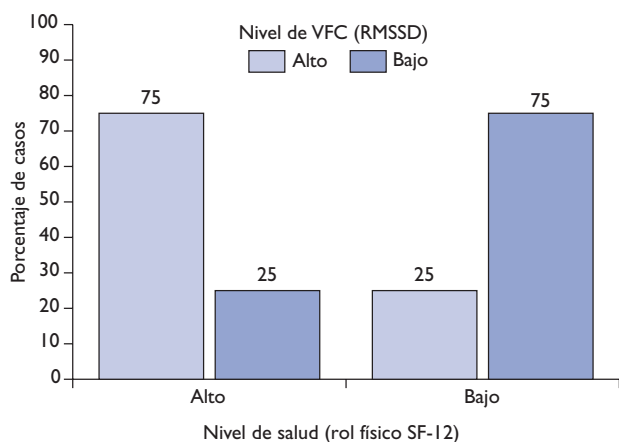
dos, sugiriendo que la VFC se relaciona sólo con la salud física.

Al analizar los resultados de forma más cualitativa, en la tabla II se observa que los sujetos que perciben una mejor salud en relación al rol físico y a la puntuación total del SF-12 presentan una mayor VFC que los sujetos que perciben peor su salud, destacando también los parámetros RMSSD y pNN50 del dominio temporal. Se corrobora que esta mayor variabilidad de la frecuencia cardíaca se debe a una mayor influencia del sistema parasimpático, ya que el parámetro HF es significativamente mayor para ambas puntuaciones del SF-12 en los sujetos del grupo más saludable. Se comprueban los mismos resultados a partir de la tabla III, donde se muestra que los sujetos situados en el grupo que percibe mayor salud son también los que se sitúan en el grupo de mayor variabilidad de la frecuencia cardíaca respecto a los parámetros RMSSD y pNN50, y de mayor influencia vagal (HF más alto).

Así pues, nuestros resultados indican que la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es un indicador de salud, en el sentido de que una mayor variabilidad se relaciona con una mejor percepción de salud, en la línea de lo que sugieren diversos estudios^{7,14}. En nuestro caso, hemos analizado de diferentes formas la relación entre los parámetros de la VFC con las puntuaciones en el autoinforme de salud percibida SF-12. Como se ha indicado anteriormente, la gama de cuestionarios del SF representa una de las medidas genéricas de la calidad de vida en relación a la salud de más amplia utilización. No obstante, una limitación en el uso del SF-12 es que comporta una

Figura 1

Porcentaje de casos según el nivel de salud, a partir de la dimensión de rol físico del SF-12, y según el nivel de variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC, parámetro RMSSD). Los sujetos con mayor variabilidad (VFC) presentan mejor salud y los sujetos con menor VFC presentan peor salud ($\chi^2_{(1)} = 8,00$; $p = 0,006$). RMSSD: desviación estándar de la diferenciación de la serie RR en milisegundos; VFC: variabilidad de la frecuencia cardíaca.



pérdida de precisión en las puntuaciones de las 8 dimensiones originales del SF-36, dado que en esta versión reducida se ven representadas tan sólo por uno o dos ítems y que alguno de los ítems sólo tiene 2 opciones de respuesta en el SF-12. En algún estudio se aconseja interpretar sólo las 2 puntuaciones sumario de los componentes físico y mental¹⁶. A pesar de ello, es posible calcular las 8 dimensiones siguiendo los mismos criterios de codificación y de corrección propuestos para el SF-36. Precisamente, la dimensión de rol físico, la única que muestra una relación consistente y significativa con la VFC, se ha calculado a partir de la respuesta dicotómica en 2 ítems del SF-12, y da como resultado una puntuación de 0 a 100 poco continua que sitúa a los sujetos de forma polarizada en los 2 extremos: *a*) más cercano a 0, indicando peor salud y con problemas con el trabajo u otras actividades diarias debido a la salud física, y *b*) más cercano a 100, indicando mejor salud y sin ningún problema con el trabajo u otras actividades diarias debido a la salud física. Debido a ello, quizás hay que ir con cautela al interpretar el análisis cuantitativo de la puntuación de esta escala, que muestra correlaciones significativas con los parámetros más representativos de VFC. Pero esta relación se ve confirmada al realizar el análisis más cualitativo, ya que gracias

a esta polarización de las puntuaciones, los sujetos se sitúan claramente en algunos de los 2 grupos de nivel alto y bajo de salud respecto al rol físico. Este problema, que afecta a la puntuación de la escala de rol físico y de igual manera a la de rol emocional, se ha mejorado en la versión 2 del SF-36 y del SF-12. También se han mejorado las opciones de respuesta a otros ítems, que permiten una mejor interpretación de las 8 dimensiones del cuestionario, y las instrucciones destinadas a la autoadministración²⁷. La validación de la versión 2 del SF-12 (SF-12 v2) en castellano no estaba disponible cuando se realizó el presente estudio y por ello se utilizó la versión inicial.

En cuanto a las posibilidades del análisis de la VFC, como sistema de diagnóstico clínico, podemos destacar su utilización creciente en situaciones deportivas como indicador de salud y como sistema de control y seguimiento de los deportistas. Así, la VFC se ha mostrado sensible para evaluar cambios diarios en los deportistas debidos al entrenamiento. En todos los casos, los estados de salud o de bienestar y las situaciones óptimas de adaptación al entrenamiento deportivo y de condición física saludable se relacionan con la presencia de variabilidad en el intervalo RR. Por contra, las malas adaptaciones al entrenamiento, las cargas excesivas, el *burnout*, la fatiga, el sobreentrenamiento o una condición física pobre se relacionan con una reducción de variabilidad^{14,28,29}. Por todo ello y a partir de nuestros resultados, proponemos el mismo sistema de análisis basado en el registro de la VFC para el control de la salud en la población general.

Con la tecnología disponible, la VFC constituye un sistema de registro fácil que ofrece interesantes posibilidades para un diagnóstico clínico instantáneo y no invasivo que puede permitir diferenciar los estados de salud y los poco saludables. Su análisis constituye una medida objetiva, rápida y cuantificable, aunque su interpretación tiene importantes limitaciones cuando la quieren utilizar especialistas en el ámbito aplicado. Por ejemplo, hay que saber interpretar los múltiples parámetros resultantes del análisis informático, relacionándolos con la actividad combinada de los sistemas simpático y parasimpático. En este sentido, el Polar S810i es muy cómodo y poco invasivo, con un registro válido del intervalo RR, un fácil almacenamiento de los datos y una rápida obtención de los parámetros de VFC más estandarizados. Pero hace falta más investigación para diferenciar los parámetros de VFC que puedan ser más precisos en los diagnósticos y para facilitar una interpretación final al alcance del especialista, que permita discriminar entre diferentes procesos, como por ejemplo entre el estrés físico y el estrés psicológico.

En conclusión, los resultados confirman que el análisis de la VFC es un buen marcador del estado de salud y puede ayudar a diagnosticar rápidamente y con facilidad (en reposo, de forma no invasiva) estados de estrés (*burnout*, fatiga, agota-

miento o ansiedad) en la población general, pudiendo ser de gran utilidad en el control y seguimiento de la adaptación al entrenamiento de los deportistas (p. ej., como indicador de sobreenentrenamiento).

Bibliografía

- 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.
- 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.
- 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.
- Friedman BH, Thayer JF. Autonomic balance revisited: Panic anxiety and heart rate variability. *J Psychosom Res*. 1998;44:133-51.
- 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.
- 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.
- Kleiger RE, Stein PK, Bigger JT Jr. Heart rate variability: Measurement and clinical utility. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2005;10:88-101.
- Terathongkum S, Pickler RH. Relationships among heart rate variability, hypertension, and relaxation techniques. *J Vasc Nurs*. 2004;22:78.
- 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.
- 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.
- 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.
- Hedelin R, Wiklund U, Bjerle P, Henriksson-Larsén K. Cardiac autonomic imbalance in an overtrained athlete. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:1531-3.
- Mourot 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.
- 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.
- Ware JE Jr. SF-36 health survey update. *Spine*. 2000;25:3130-9.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 Poincare 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.