



ARTIGO ORIGINAL

Relação entre a frequência cardíaca de recuperação após teste ergométrico e índice de massa corpórea[☆]



Tereza Cristina Barbosa Lins*, Lucila Maria Valente, Dário Celestino Sobral Filho, Odwaldo Barbosa e Silva

Departamento de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil

Recebido a 6 de março de 2014; aceite a 22 de julho de 2014
Disponível na Internet a 8 de janeiro de 2015

PALAVRAS-CHAVE

Teste de exercício;
Obesidade;
Sistema nervoso autônomo;
Frequência cardíaca/recuperação

Resumo

Fundamento: Declínio atenuado da frequência cardíaca após teste ergométrico é considerado preditor de mortalidade cardiovascular, por refletir disfunção autonômica vagal.

Objetivo: Avaliar a relação entre índice de massa corpórea (IMC) e recuperação da frequência cardíaca após teste ergométrico.

Métodos: Foram incluídos registros de 2.443 pacientes de ambos os sexos, entre 20-59 anos, em ritmo sinusal, sem uso de cronotrópicos negativos e sem resposta isquêmica miocárdica ao teste ergométrico realizado em clínica especializada, entre 2005-2011. O IMC foi categorizado como: normal ($18,5 \text{ kg/m}^2 < \text{IMC} \leq 25 \text{ kg/m}^2$), sobrepeso ($25 \text{ kg/m}^2 < \text{IMC} \leq 30 \text{ kg/m}^2$) e obeso ($\text{IMC} > 30 \text{ kg/m}^2$). A recuperação da frequência cardíaca após esforço, obtida pela diferença entre a máxima no esforço e no 1.º minuto da recuperação, foi comparada entre grupos de IMC. Foi considerada atenuada quando ≤ 12 bpm.

Resultados: Oitenta e sete (3,6%) pacientes registraram recuperação atenuada, sendo três vezes maior no grupo de obesos e duas vezes no de sobrepeso, quando comparados ao grupo adequado ($p < 0,001$, $p = 0,010$, respectivamente). Obesos apresentaram maior frequência cardíaca basal e menor máxima, além de menor reserva cronotrópica ($p < 0,001$). Na análise multivariada, identificou-se influência dessa atenuação por sobrepeso ($\text{RR} = 1,8$; $p = 0,035$), obesidade ($\text{RR} = 2,0$; $p = 0,016$), MET ($\text{RR} = 0,82$; $p < 0,001$) e frequência cardíaca de repouso ($\text{RR} = 1,05$; $p < 0,001$). A razão de risco da hipertensão arterial sistêmica igualou-se a dois, sem significância ($p = 0,083$).

Conclusão: A recuperação atenuada da frequência cardíaca associou-se a maiores IMC, corroborando o fato de que obesos apresentam disfunção autonômica vagal.

© 2014 Sociedade Portuguesa de Cardiologia. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos os direitos reservados.

[☆] Este artigo é parte de dissertação de mestrado de Tereza Cristina Barbosa Lins pela Universidade Federal de Pernambuco.

* Autor para correspondência.

Correio eletrônico: tereza.lins@gmail.com (T.C. Barbosa Lins).

KEYWORDS

Exercise test;
Obesity;
Autonomic nervous
system;
Heart rate/recovery

Relation between heart rate recovery after exercise testing and body mass index**Abstract**

Introduction: Impaired heart rate (HR) recovery after exercise testing is considered a predictor of cardiovascular mortality as it reflects vagus nerve dysfunction.

Objective: To assess the relationship between body mass index (BMI) and HR recovery after exercise.

Methods: We analyzed the records of 2443 patients of both sexes, aged between 20 and 59 years, in sinus rhythm, not using negative chronotropic agents and with no myocardial ischemic response to exercise testing carried out at a specialist clinic, between 2005 and 2011. BMI was categorized as normal ($18.5 < \text{BMI} < 25 \text{ kg/m}^2$), overweight ($25 \leq \text{BMI} < 30 \text{ kg/m}^2$) or obese ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$). The different BMI groups were compared in terms of HR recovery after exercise, which was calculated as the difference between maximum HR during exercise and in the first minute of recovery. Recovery was considered impaired when the difference was ≤ 12 bpm.

Results: Eighty-seven (3.6%) patients presented impaired recovery, which was three times more prevalent in the obese group and twice as prevalent in the overweight group compared with the normal group ($p < 0.001$ and $p = 0.010$, respectively). Obese patients presented higher basal HR and lower maximum HR, as well as reduced chronotropic reserve ($p < 0.001$). In multivariate analysis, impaired HR recovery was associated with overweight (relative risk [RR]=1.8; $p = 0.035$), obesity (RR=2; $p = 0.016$), number of metabolic equivalents (RR=0.82; $p < 0.001$) and resting HR (RR=1.05; $p < 0.001$). The hazard ratio for hypertension was 2 ($p = 0.083$, NS).

Conclusion: Impaired HR recovery was associated with higher BMI, demonstrating that obese individuals present vagus nerve dysfunction.

© 2014 Sociedade Portuguesa de Cardiologia. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introdução

As doenças cardiovasculares têm maior prevalência em indivíduos obesos¹. Um dos potenciais mecanismos fisiopatológicos responsáveis por esta associação é a alteração na regulação autonômica cardiovascular. Dentre as alterações, a baixa atividade parassimpática é um fator de risco independente para doença arterial coronariana, assim como é um fator predisponente para arritmias e morte súbita em obesos². Ela parece preceder as doenças cardiovasculares, por isso é considerada um marcador de risco precoce³. Os mecanismos pelos quais o aumento do peso reduz o tônus parassimpático ainda não estão bem esclarecidos. Uma das possíveis explicações é a inflamação crônica promovida pelo tecido adiposo⁴⁻⁶. Adipocinas inflamatórias secretadas pelo tecido adiposo branco, tais como fator de necrose tumoral α (TNF- α) e interleucina-6 (IL-6), influenciariam no desequilíbrio autonômico cardiovascular, via sistema nervoso central, promovendo hiperatividade simpática, sobretudo em obesos hipertensos^{7,8}, contrapondo-se ao aumento da atividade parassimpática e da acetilcolina, que diminuem essas citocinas inflamatórias⁹. O *status* inflamatório e a disfunção do sistema nervoso autonômico representam o caminho através do qual os obesos apresentam maior risco de morbidade e de mortalidade¹⁰.

A avaliação da regulação autonômica cardiovascular pode ser feita pelo comportamento da frequência cardíaca (FC) após teste de esforço, cujo declínio lento permite inferir inadequação da reativação parassimpática¹¹. Indivíduos que apresentam lenta recuperação da FC após esforço têm

risco quase quatro vezes maior de mortalidade¹². Adicionalmente, há evidências da associação entre os fatores de risco cardiovasculares e alteração da regulação autonômica cardiovascular^{9,13-15}.

Considerando a obesidade como fator de risco importante para as doenças cardiovasculares e a possibilidade de a disfunção autonômica vagal ser um marcador de risco precoce cardiovascular, admitiu-se a hipótese de que indivíduos obesos, submetidos a protocolo em rampa, apresentam recuperação atenuada da FC após esforço, quando comparados a indivíduos com índice de massa corpórea (IMC) normal, o que pode conferir importância adicional ao teste ergométrico, por ser este um dos primeiros exames na investigação diagnóstica e poder detectar precocemente aqueles em maior risco cardiovascular.

O objetivo deste estudo foi avaliar a existência da relação entre IMC e resposta da FC durante a fase de recuperação do teste ergométrico.

Método

Procedeu-se a estudo transversal, utilizando banco de dados secundários de testes ergométricos, realizados no período de 2005-2011, em uma clínica especializada do Recife. Foram incluídos indivíduos com idade entre 20-59 anos, com IMC maior do que $18,5 \text{ kg/m}^2$, sem doenças cardiovasculares, sem uso de drogas com efeito cronotrópico negativo, submetidos ao teste ergométrico para avaliação da capacidade funcional ou para investigação diagnóstica,

que apresentaram tempo de exercício igual ou maior do que sete minutos.

Os critérios de exclusão foram registro de um dos seguintes dados: eletrocardiograma apresentando ritmo cardíaco não sinusal, distúrbio de condução atrioventricular ou intraventricular, como também teste ergométrico com resposta isquêmica miocárdica, avaliada por alteração de ST (infradesnível ascendente $\geq 1,5$ mm ou infradesnível com morfologia horizontal ou descendente ≥ 1 mm)¹⁶.

Da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão resultou amostra composta por 2.443 indivíduos, os quais foram classificados em três grupos segundo IMC, a saber: normal ($18,5 \text{ kg/m}^2 < \text{IMC} < 25 \text{ kg/m}^2$), sobrepeso ($25 \text{ kg/m}^2 \leq \text{IMC} < 30 \text{ kg/m}^2$) e obeso ($\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$). As idades foram expressas em intervalos de classes com amplitude de dez anos.

O tempo de repouso antecedendo o registro da FC foi de dez minutos, sob monitorização eletrocardiográfica, utilizando o sistema ERGO PC 13 (Micromed®, Brasília, Brasil), empregado também durante os testes ergométricos, os quais obedeceram a protocolo em rampa, com velocidade inicial equivalente a 50% da velocidade máxima prevista para idade e sexo¹⁷, para permitir aumento de 0,1 km/h a cada dez segundos e inclinação inicial 10% menor do que a máxima inclinação, com aumento de 0,5% a cada 30 segundos.

A recuperação ativa ocorreu com o paciente caminhando sem inclinação e com velocidade reduzida a 50% daquela obtida durante o máximo esforço e redução de 10% da velocidade a cada 30 segundos, até à completa parada da esteira, segundo Silva e Sobral Filho¹⁷.

A frequência cardíaca de repouso (FCrep) foi registrada com o paciente deitado. A frequência cardíaca máxima (FCmax) foi obtida no pico do esforço. A frequência cardíaca reserva (FCres) foi definida como a diferença entre a FCmax e a FCrep.

A recuperação da frequência cardíaca (RFC) foi a variável desfecho, definida como a diferença entre a FCmax e aquela no 1.º minuto da fase de recuperação ativa (FCR1). Foi categorizada como anormal ou atenuada quando menor ou igual a 12 bpm, tendo como referência o estudo de Cole et al.¹².

Dentre as variáveis independentes obtidas durante o teste, o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máximo), maior determinante da capacidade de exercício, foi obtido indiretamente pela fórmula do *American College of Sports Medicine*¹⁸, expresso em equivalentes metabólicos (MET).

Análise estatística

Os dados foram analisados com o programa estatístico Stata 12.1 SE, empregando-se distribuição de frequências absolutas e relativas, para descrever as variáveis categóricas, e medidas de alocação e dispersão (média e desvio padrão), para variáveis numéricas.

As comparações entre os três grupos de IMC quanto à média de idade e aos parâmetros ergométricos relativos à FCrep, FCmax, FCres, FCR1, MET e RFC foram realizadas com os testes ANOVA e, subsequentemente, com o de comparações múltiplas de Tukey. Para as proporções de homens, presença de diabetes e de hipertensão arterial (HAS) foram realizadas com o teste qui-quadrado e

as comparações múltiplas, com o teste de Marascuillo. Adicionalmente, empregou-se regressão múltipla de Poisson, com variância robusta, para identificar possíveis preditores da recuperação atenuada da FC, pelo cálculo de razões de prevalência (RP). Este procedimento foi realizado em duas etapas: na primeira procedeu-se a análises univariadas para identificar as variáveis com um valor $p \leq 0,20$, as quais integraram a análise multivariada da segunda etapa. O modelo final foi obtido pelo método *backward*, utilizando-se como critério de exclusão, em cada passo, o valor $p \geq 0,05$. Ao término do processo, cada variável excluída foi reintroduzida e reavaliada sua significância estatística. O modelo final foi composto apenas pelas variáveis com valor $p < 0,05$.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa e registrado sob CAAE n.º 0194.236.000-11. O estudo foi realizado no Centro de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco.

Resultados

Dentre os 2.443 pacientes do estudo, 1.380 (56,5%) eram do sexo masculino, 484 (19,8%) hipertensos, 61 (2,5%) diabéticos e 38 (1,6%) diabéticos e hipertensos. A média da idade foi $41,2 \pm 10,5$ anos. O tempo médio de exercício foi $9,5 \pm 1,4$ minutos (coeficiente de variação: 14,7%). As características de cada grupo estão apresentadas na [Tabela 1](#).

Embora os indivíduos dos grupos de sobrepeso e obesidade fossem mais velhos do que o grupo com IMC normal, tal diferença só alcançou significância estatística na faixa de 50-59 anos (teste ANOVA; $p < 0,001$). Nos grupos de sobrepeso e obesidade predominaram homens, bem como foram mais prevalentes hipertensão e diabetes ($p < 0,001$). Identificou-se diferença significativa em todos os parâmetros do teste ergométrico, quando os grupos de IMC foram comparados ([Tabela 1](#)).

Para maior detalhamento da capacidade de exercício dos grupos de IMC apresenta-se a [Tabela 2](#), na qual é possível constatar que os grupos se mostraram homogêneos quanto ao percentual da FCmax atingida, em relação à prevista segundo idade.

Quanto à RFC atenuada após o esforço, constatou-se que: esteve presente em 87 indivíduos (3,6%; IC 95% 2,8-4,3%); foi três vezes mais prevalente no grupo de obesidade ($p < 0,001$) e duas vezes no grupo de sobrepeso ($p = 0,010$), quando comparados ao grupo de IMC normal, como também foi duas vezes mais frequente nos hipertensos ($p < 0,001$) e aproximadamente 2,4 vezes nos diabéticos ($p = 0,048$). A variável sexo não se comportou como fator de risco para recuperação atenuada da FC ([Tabela 3](#)).

Identificou-se maior risco de recuperação atenuada da FC dentre pacientes com idade entre 50-59 anos, com sobrepeso ou obesidade e que, durante o teste de esforço, apresentaram maior FCrep. Comportaram-se como fatores de proteção maior FCmax, maior FCres e maior capacidade de exercício, avaliada pelo número de MET, quando comparados a indivíduos com descenso fisiológico ([Tabela 3](#)).

Na análise multivariada foram incluídas apenas as variáveis com significância estatística $p < 0,20$ e com potencial preditivo para o risco de recuperação atenuada da FC. Foram incluídas as variáveis: idade, IMC, HAS, FCrep e MET. No modelo final ficaram significantes as variáveis: IMC, FCrep e

Tabela 1 Características de 2.443 pacientes segundo classe de IMC de acordo com distribuição de média, desvio padrão e intervalo de confiança

Características	IMC			Valor de p
	Normal (n = 959)	Sobrepeso (n = 1.050)	Obesidade (n = 434)	
Homens (%)	41,4 ^a	66,1 ^b	66,6 ^b	< 0,001
Idade (anos) (%)				
20-29	24,3	12,5	12,0	
30-39	22,6	25,5	26,7	
40-49	29,8	34,5	33,6	
50-59	23,3	27,5	27,6	< 0,001
Diabetes (%)	1,0 ^a	2,4 ^a	6,0 ^b	< 0,001
HAS (%)	9,9 ^a	21,1 ^b	38,5 ^c	< 0,001
RFC (bpm) [†]	26,9 ^a (8,1)	25,4 ^b (7,7)	24,0 ^c (7,1)	< 0,001
FCrep (bpm) [†]	75,6 ^a (12,2)	76,3 ^a (11,7)	78,9 ^b (11,3)	< 0,001
FCmax (bpm) [†]	177,2 ^a (12,3)	175,0 ^b (13,4)	172,2 ^c (14,8)	< 0,001
FCres (bpm) [†]	101,6 ^a (15,7)	98,7 ^b (15,8)	93,2 ^c (17,3)	< 0,001
FCR1 (bpm) [†]	150,3 ^b (14,8)	149,6 ^{ab} (15,1)	148,1 ^a (15,1)	0,043
MET [†]	13,6 ^a (3,4)	12,9 ^b (2,9)	11,6 ^c (2,3)	< 0,001

FCmax: frequência cardíaca no pico do esforço; FCR1: frequência cardíaca no 1.º min da recuperação; FCrep: frequência cardíaca de repouso; FCres: frequência cardíaca reserva; HAS: hipertensão arterial; MET: equivalentes metabólicos; RFC: recuperação da frequência cardíaca no 1.º min.

[†] Média (DP). Pares de proporções ou de médias com letra comum não são estatisticamente significantes ao nível de 5%.

MET. Obesidade foi o mais forte preditor de risco (RR = 1,96). A presença de HAS não foi significativa ao nível de 0,05. O incremento de uma unidade em MET ficou associado a redução de 11% no risco de recuperação atenuada, enquanto o incremento de uma unidade em FCrep ficou associado ao aumento de 5% nesse risco (Tabela 4).

Discussão

O presente estudo mostrou que a RFC após esforço esteve inversamente associada ao IMC, que se comportou como fator de risco, e diretamente com a capacidade de exercício, que atuou como fator de proteção.

A associação entre obesidade e redução da RFC após esforço pode ser explicada com base em outras pesquisas, as quais constituem evidências diretas ou indiretas dessa relação. Estudos transversais e prospectivos têm demonstrado associação entre RFC atenuada e parâmetros antropométricos de obesidade, tanto na presença de fatores de risco cardiovasculares^{19,20} como na ausência destes^{21,22}.

Uma pesquisa incluindo 325 adultos saudáveis na faixa etária de 18-66 anos, com média do IMC menor que 23 kg/m²

(21 ± 2,0 kg/m² para homens e 22,6 ± 1,82 kg/m² para mulheres), avaliou a associação entre parâmetros de obesidade (índice cintura quadril e circunferência abdominal) e RFC após esforço e comprovou associações significantes e independentes²². Adicionalmente, Assoumou et al.²³, com o objetivo de encontrarem associação entre obesidade global e abdominal e variabilidade da FC pelo sistema Holter, demonstraram que tanto a obesidade global quanto a abdominal se associaram significativamente com menor variabilidade da FC, tanto no domínio do tempo quanto da frequência. Ao discutirem os resultados, esses autores²³ argumentaram que o aumento da gordura abdominal, independente da presença de obesidade global, compromete a ação sistema nervoso autônomo, já que menor variabilidade da FC significa menor atividade vagal. Corroborando esses achados, uma pesquisa que incluiu 125 obesos, sem história prévia de acidente vascular cerebral, eventos cardiovasculares ou uso de medicações, submetidos a programa de exercícios para emagrecimento, comprovou que a redução do peso corpóreo se associou a uma recuperação mais rápida da FC, indicando aumento do tônus vagal²¹. Essas evidências reforçam os resultados desta pesquisa quanto à associação entre IMC e RFC atenuada, mas não a explicam.

Tabela 2 Distribuição do número de indivíduos, frequência cardíaca máxima (FCmax) atingida (em batimentos por minuto), FCmax predita para a idade (em batimentos por minuto) e percentual da frequência cardíaca (FC) atingida em relação à predita, segundo grupos de IMC

Grupos de IMC	n	FCmax atingida (bpm)	FCmax predita (bpm)	% FCmax atingida em relação à predita
Normal	959	175,87 ± 15,04	179,47 ± 12,56	98,08 ± 6,49
Sobrepeso	1.050	184,38 ± 12,10	185,68 ± 11,53	99,39 ± 4,67
Obeso	434	185,60 ± 11,11	188,45 ± 10,41	98,58 ± 4,88

Tabela 3 Análise univariada de avaliação do risco de recuperação atenuada da frequência cardíaca de repouso no primeiro minuto

Característica	RFC \leq 12 bpm n (%)	RR _{bruto} (IC 95%)	Valor p
Sexo			
Masculino (n = 1.380)	52 (3,8)	1,14 (0,75-1,74)	0,530
Feminino (n = 1.063)	35 (3,3)	1,0	
Idade (n = 2.443)			
20-29	7 (1,7)	1,0	0,014
30-39	21 (3,5)	2,1 (0,9-4,8)	0,091
40-49	29 (3,7)	2,2 (0,9-4,9)	0,063
50-59	30 (4,8)	2,8 (1,3-6,4)	0,012
IMC			
Normal (n = 959)	19 (2,0)	1,0	< 0,001
Sobrepeso (n = 1.050)	42 (4,0)	2,02 (1,18-3,45)	0,010
Obesidade (n = 434)	26 (6,0)	3,02 (1,69-5,40)	< 0,001
Diabetes* (n = 61)	5 (8,2)	2,38 (1,00-5,66)	0,048
HAS* (n = 484)	29 (6,0)	2,02 (1,31-3,13)	0,001
FC _{rep} (n = 2.443) [†]	-	1,05 (1,04-1,07)	< 0,001
FC _{max} (n = 2.443) [†]	-	0,98 (0,96-0,99)	0,008
FC _{res} (n = 2.443) [†]	-	0,95 (0,94-0,97)	< 0,001
MET (n = 2.443) [†]	-	0,82 (0,75-0,89)	< 0,001

FC_{max}: frequência cardíaca no pico do esforço; FC_{R1}: frequência cardíaca no 1.º min da recuperação; FC_{rep}: frequência cardíaca de repouso; FC_{res}: frequência cardíaca reserva; HAS: hipertensão arterial; IMC: índice de massa corpórea; MET: equivalentes metabólicos; RFC: recuperação da frequência cardíaca no 1.º min.

* Categoria de referência = não;

[†] Variáveis contínuas.

A explicação esteve no estudo de Vieira et al.²⁴, ao identificarem que níveis menores de proteína C reativa se associaram à recuperação mais rápida da FC em idosos sedentários. Argumentaram que o sistema nervoso parassimpático está relacionado com a regulação inflamatória.

Indivíduos que apresentaram RFC atenuada eram, em média, mais velhos, porém, a idade não foi um fator preditor. Ao selecionarmos indivíduos até aos 59 anos procurou-se eliminar o fator confundidor da idade, pois só por volta dos 60 anos observa-se um pequeno declínio da modulação parassimpática²⁵, que pode ser justificado por

Tabela 4 Análise multivariada de avaliação do risco de recuperação atenuada da frequência cardíaca de repouso no primeiro minuto

Característica	RR _{bruto} (IC 95%)	p*	RR _{ajustado} (IC 95%)	p
Idade				
20-29	1,0	0,014	1,0	0,596
30-39	2,08 (0,9-4,8)	0,091	1,59 (0,68-3,71)	0,283
40-49	2,17 (0,9-4,9)	0,063	1,59 (0,70-3,62)	0,269
50-59	2,82 (1,3-6,4)	0,012	1,80 (0,78-4,17)	0,170
IMC				
Normal	1,0	< 0,001	1,0	0,043
Sobrepeso	2,02 (1,18-3,45)	0,010	1,74 (1,02-2,96)	0,042
Obesidade	3,02 (1,69-5,40)	< 0,001	1,96 (1,13-3,42)	0,017
HAS				
Sim	2,02 (1,31-3,13)	0,001	1,35 (0,89-2,06)	0,158
Não	1,0		1,0	
FC _{rep}	1,05 (1,04-1,07)	< 0,001	1,05 (1,03-1,06)	< 0,001
MET	0,82 (0,75-0,89)	< 0,001	0,89 (0,82-0,97)	0,009

FC_{rep}: frequência cardíaca de repouso; HAS: hipertensão arterial; IMC: índice de massa corpórea; MET: equivalentes metabólicos; *: teste de tendência linear.

algum grau subclínico de disfunção do nodo sinusal ou por alterações nos canais de cálcio, resultando em diminuição da despolarização do nodo sinusal²⁶.

Em relação ao diabetes, constatou-se que representou maior risco de RFC atenuada. Brinkwort¹⁹, em estudo prospectivo, avaliando indivíduos obesos e com sobrepeso, com média de idade de $46,5 \pm 1,3$ anos, após um programa de redução de peso baseado em restrição dietética, sem modificação dos hábitos de atividade física, observaram que os melhores preditores de mudanças na RFC foram glicemia e redução do peso.

A HAS associou-se à RFC atenuada na análise univariada, perdendo significância na análise multivariada. A explicação desses achados esteve no estudo CARDIA²⁷, de base populacional, o qual, no corte transversal, demonstrou correlação da RFC apenas com a pressão arterial diastólica, porém na coorte de 15 anos, a RFC atenuada não influenciou no desenvolvimento de hipertensão.

Das variáveis obtidas durante o teste de esforço, a FCrep mostrou associação inversa com a RFC, mesmo após ajustes para idade, IMC, HAS e MET. A explicação para este fato é que a FCrep está sob o controle inibitório do sistema parassimpático, assim como a redução da FC imediatamente após teste de esforço é modulada pela reativação parassimpática²⁸. Por isso, ambas são utilizadas como marcadores do balanço autonômico cardiovascular. Diversos estudos comprovaram este achado^{13,15,29}.

Observamos que pacientes com RFC atenuada tinham menor capacidade de exercício, quando comparados a indivíduos com mais rápida recuperação. Estudos demonstraram que o aumento no consumo de oxigênio correlacionou-se com melhor RFC^{13,15}. A capacidade de exercício, principalmente aeróbico, altera o balanço do sistema nervoso autonômico pelo aumento do tônus parassimpático e diminuição da atividade simpática²⁹ e proporciona melhora no VO_2 máximo. No entanto, a obesidade *per se* modifica a RFC, tal como comprovado por Gondoni et al.³⁰, ao compararem a dinâmica da FC de obesos treinados e não treinados à de indivíduos com peso normal, durante teste ergométrico, e concluírem que obesos, independente da sua aptidão física, apresentaram mais lenta recuperação.

Uma característica deste estudo foi que obesos apresentaram capacidade de exercício acima do esperado e isto pode ser explicado por vários fatores. Em primeiro lugar, porque só foram incluídos no estudo indivíduos que atingiram tempo igual ou maior do que sete minutos, considerado ideal para a estimativa do VO_2 máximo³¹; em segundo lugar, porque a FCmax atingida ficou muito próxima da prevista para a idade; por último, porque a maioria da população era composta por indivíduos saudáveis, reduzindo a chance de pior desempenho.

Dentre as limitações deste estudo estão seu caráter retrospectivo, a não consideração do uso de outros medicamentos que pudessem interferir no comportamento da FC, bem como a falta de especificação do nível de atividade física. No entanto, tais limitações não invalidam os resultados.

Conclusão

Os resultados demonstraram associação entre obesidade e recuperação atenuada da FC após esforço. Possivelmente

esse achado pode contribuir para a identificação precoce dos indivíduos potencialmente mais susceptíveis a eventos cardiovasculares. Os dados ora apresentados, somados aos da literatura, reforçam a necessidade de recomendar a inclusão da descrição do comportamento da FC de recuperação nos laudos do teste ergométrico.

Responsabilidades éticas

Proteção dos seres humanos e animais. Os autores declaram que os procedimentos seguidos estavam de acordo com os regulamentos estabelecidos pelos responsáveis da Comissão de Investigação Clínica e Ética e de acordo com os da Associação Médica Mundial e da Declaração de Helsinki.

Confidencialidade dos dados. Os autores declaram ter seguido os protocolos do seu centro de trabalho acerca da publicação dos dados de pacientes.

Direito à privacidade e consentimento escrito. Os autores declaram ter recebido consentimento escrito dos pacientes e/ou sujeitos mencionados no artigo. O autor para correspondência deve estar na posse deste documento.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Bibliografia

1. Mathew B, Francis L, Kayalar A, et al. Obesity: effects on cardiovascular disease and its diagnosis. *J Am Board Fam Med.* 2008;21:562–8.
2. Rissanen P, Franssila-Kallunki A, Rissanen A. Cardiac parasympathetic activity is increased by weight loss in healthy obese women. *Obes Res.* 2001;9:637–43.
3. Thayer JF, Lane RD. The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. *Biol Psychol.* 2007;74:224–42.
4. Zeyda M, Wernly B, Demyanets S, et al. Severe obesity increases adipose tissue expression of interleukin-33 and its receptor ST2, both predominantly detectable in endothelial cells of human adipose tissue. *Int J Obes (Lond).* 2012 [Epub ahead].
5. Lampert R, Bremner JD, Su S, et al. Decreased heart rate variability is associated with higher levels of inflammation in middle-aged men. *Am Heart J.* 2008;156:759, e1–7.
6. Francis J, Zhang ZH, Weiss RM, et al. Neural regulation of the proinflammatory cytokine response to acute myocardial infarction. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2004;287:H791–7.
7. Brydon L, O'Donnell K, Wright CE, et al. Circulating leptin and stress-induced cardiovascular activity in humans. *Obesity (Silver Spring).* 2008;16:2642–7.
8. Horiuchi J, McDowall LM, Dampney RA. Differential control of cardiac and sympathetic vasomotor activity from the dorsomedial hypothalamus. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2006;33:1265–8.
9. Vinik AI, Maser RE, Ziegler D. Autonomic imbalance: prophet of doom or scope for hope? *Diabet Med.* 2011;28:643–51.
10. Lopes HF, Egan BM. Autonomic dysregulation and the metabolic syndrome: pathologic partners in an emerging global pandemic. *Arq Bras Cardiol.* 2006;87:538–47.
11. Okutucu S, Karakulak UN, Aytémir K, et al. Heart rate recovery: a practical clinical indicator of abnormal cardiac autonomic function. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2011;9:1417–30.

12. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, et al. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med*. 1999;341:1351-7.
13. Kim MK, Tanaka K, Kim MJ, et al. Exercise training-induced changes in heart rate recovery in obese men with metabolic syndrome. *Metab Syndr Relat Disord*. 2009;7:469-76.
14. Kral JG, Paez W, Wolfe BM. Vagal nerve function in obesity: therapeutic implications. *World J Surg*. 2009;33:1995-2006.
15. Wasmund SL, Owan T, Yanowitz FG, et al. Improved heart rate recovery after marked weight loss induced by gastric bypass surgery: Two-year follow up in the Utah Obesity Study. *Heart Rhythm*. 2011;8:84-90.
16. Meneguelo RS, Araújo CGS, Stein R, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95 5 supl. 1:1-20.
17. Silva OB, Sobral Filho D. Uma nova proposta para orientar a velocidade e inclinação no protocolo em rampa na esteira ergométrica. *Arq Bras Cardiol*. 2003;81:42-7.
18. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011 Jul;43:1334-59.
19. Brinkworth GD, Noakes M, Buckley JD, et al. Weight loss improves heart rate recovery in overweight and obese men with features of the metabolic syndrome. *Am Heart J*. 2006;152:693, e1-e6.
20. Lind L, Andren B. Heart rate recovery after exercise is related to the insulin resistance syndrome and heart rate variability in elderly men. *Am Heart J*. 2002;144:666-72.
21. Nagashima J, Musha H, Takada HT, et al. Three-month exercise and weight loss program improves heart rate recovery in obese persons along with cardiopulmonary function. *J Cardiol*. 2010;56:79-84.
22. Dimkpa U, Oji JO. Association of heart rate recovery after exercise with indices of obesity in healthy, non-obese adults. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108:695-9.
23. Ntougou Assoumou HG, Pichot V, Barthelemy JC, et al. Obesity-related autonomic nervous system disorders are best associated with body fat mass index, a new indicator. *Int J Cardiol*. 2011;153:111-3.
24. Vieira VJ, Valentine RJ, McAuley E, et al. Independent relationship between heart rate recovery and C-reactive protein in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55:747-51.
25. Kaijser L, Sachs C. Autonomic cardiovascular responses in old age. *Clin Physiol*. 1985;5:347-57.
26. Christou DD, Seals DR. Decreased maximal heart rate with aging is related to reduced {beta}-adrenergic responsiveness but is largely explained by a reduction in intrinsic heart rate. *J Appl Physiol*. 2008;105:24-9.
27. Kizilbash MA, Carnethon MR, Chan C, et al. The temporal relationship between heart rate recovery immediately after exercise and the metabolic syndrome: the CARDIA study. *Eur Heart J*. 2006;27:1592-6.
28. Imai K, Sato H, Hori M, Kusuoka H, et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *J Am Col Cardiol*. 1994;24:1529-35.
29. Tigen K, Karaahmet T, Gürel E, et al. The utility of heart rate recovery to predict right ventricular systolic dysfunction in patients with obesity. *Anadolu Kardiyol Derg*. 2009;9:473-9.
30. Gondoni LA, Titon AM, Nibbio F, et al. Heart rate behavior during an exercise stress test in obese patients. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2009;19:170-6.
31. Myers J, Prakash M, Froelicher V, et al. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*. 2002;346:793-801.