

Os Efeitos do Exercício Físico no Metabolismo e no Desempenho Aeróbico

The Effects of Physical Exercise in Metabolism and Aerobic Performance

Milena dos Santos Barros^{1,2}, Danilo Valadares Barroso¹, Danielle Melo Sacramento Ramalho¹, José Alves Secundo Júnior¹, Monnike Bispo dos Santos³, Enaldo Vieira de Mello³, Antônio Carlos Sobral Sousa^{1,3} 

1. Clínica e Hospital São Lucas - Rede D'Or São Luiz, Aracaju, SE - Brasil
2. Universidade Tiradentes, Aracaju, SE - Brasil
3. Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE - Brasil

Correspondência:

Milena dos Santos Barros Campos
Rua Capitão Benedito Teófilo Otoni, 310,
Treze de julho, Aracaju, SE - Brasil
CEP: 49020-050
millybarros@yahoo.com

Recebido em 01/03/2021

Aceito em 01/04/2021

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-2>

Resumo

Introdução: O exercício físico regular (EF) contribui para redução da obesidade, melhora do desempenho aeróbico e da qualidade de vida. Todavia, ainda não está claro se esta prática promove influência no metabolismo basal.

Objetivo: Avaliar o impacto do EF sobre o metabolismo e condição aeróbica.

Métodos: Trata-se de estudo observacional, transversal e analítico, composto por 83 pacientes submetidos, por conveniência, ao teste cardiopulmonar de exercício (TCPE), de janeiro a maio de 2018. A idade média foi de $39,8 \pm 12,3$ anos, sendo 46 ativos (55,4%) e 37 sedentários (44,6%). Foram submetidos às avaliações: antropométrica, calorimetria indireta e da composição corporal (bioimpedância elétrica).

Resultados: Os grupos foram similares quanto à idade, ao peso, ao índice de massa corporal (IMC) e à relação cintura-quadril. A bioimpedância não revelou diferença entre os grupos quanto aos percentuais de massas magra e gorda. Os sedentários, ajustando-se para idade e gênero, apresentaram maior gordura visceral (3,81L; IC 95% 3,32-4,29) que os ativos (3,01L; IC 95% 2,56-3,47). Na análise multivariada, foi demonstrado que o EF não influenciou no gasto energético em repouso (GER). Os sedentários tiveram maior frequência cardíaca de repouso, menor consumo de oxigênio no pico do esforço e no primeiro limiar anaeróbico. Quanto à calorimetria indireta do esforço, o grupo ativo obteve maior gasto calórico.

Conclusão: Portanto os pacientes ativos mostraram maior gasto calórico ao esforço e melhor desempenho aeróbico. Porém, ao contrário da idade, do IMC e do gênero, o EF não provocou modificação no metabolismo basal, avaliado mediante o GER.

Palavras-chave: Exercício Físico; Metabolismo; Consumo de Oxigênio; Frequência Cardíaca.

Abstract

Background: Regular exercise (RE) contributes to the reduction of obesity, improvement of aerobic performance and quality of life. However, it is still unclear whether this practice produces action on basal metabolism.

Objective: To evaluate the impact of RE on metabolism and aerobic condition.

Methods: This is an observational, cross-sectional, and analytical study, composed of 83 patients submitted to cardiopulmonary exercise test (CPET),

from January to May 2018. The mean age was 39.8 ± 12.3 46 years, 46 were active (55.4%) and 37 sedentary (44.6%). All volunteers were also submitted to the following evaluations: anthropometric, indirect calorimetry and body composition (electrical bioimpedance).

Results: The groups were similar in age, weight, body mass index (BMI) and waist-hip ratio. Bioimpedance showed no difference between the groups in the percentages of lean and fat mass. The sedentary patients, adjusted for age and gender, presented higher visceral fat (3.81L, 95% CI 3.32-4.29) than active ones (3.01L, 95% CI 2.56-3.47). In the multivariate analysis, it was demonstrated that RE did not influence the energy expenditure at resting (EER). The sedentary individuals had higher resting heart rate, lower oxygen consumption at the peak of effort and at the first anaerobic threshold. As for the indirect calorimetry of the effort, the active group obtained higher caloric expenditure.

Conclusion: Therefore active patients showed higher caloric expenditure on exercise and better aerobic performance. However, unlike age, BMI and gender, RE did not change in the basal metabolism, evaluated by EER.

Keywords: Physical Exercise; Metabolism; Oxygen Consumption; Heart Rate.

Introdução

Os benefícios do exercício físico regular (EF) estão associados à diminuição significativa do risco de doença cardiovascular (DCV),¹ além de promover o bem-estar físico, melhorar a qualidade de vida e ajudar na manutenção do sistema osteoarticular e muscular.²⁻⁵ Tem sido demonstrada, inclusive, melhor evolução intra-hospitalar para os praticantes de EF, comparativamente aos sedentários.⁶ Entretanto, o sedentarismo é prevalente e tem contribuído para o aumento das taxas de sobrepeso e obesidade.⁷⁻⁸

Em indivíduos saudáveis, vale ressaltar que o gasto energético diário (GED), importante na regulação do peso corporal, depende do efeito térmico da alimentação (5-15%), da atividade física (15-30%) e do gasto energético em repouso (GER) ou também denominado de taxa metabólica basal (TMB) (60-70%), que é a quantidade de energia necessária para manter as funções vitais. O GER depende, também, de outros fatores, como: genética, idade, gênero, alimentação, composição corporal (índice de massa corpórea) e ambientais (álcool, temperatura).⁹⁻¹¹ Este, por ser o responsável pela maior proporção do GED, tem despertado grande interesse da classe científica especializada pela possibilidade de sua incrementação.

Os efeitos diretos da atividade física no gasto energético são relativamente pequenos, quando colocados no contexto do GED. O gasto energético relacionado à atividade física abrangerá a presença ou não do EF propriamente dito (atividade física estrutura e planejada).¹²⁻¹³ Todavia, ainda não está claro se o EF produz ação no GER aumentando o seu consumo e promovendo assim, efeito mais substancial no balanço de energia.

Estudos têm mostrado o aumento do consumo excessivo de oxigênio após exercício (*excess post-exercise oxygen consumption* - EPOC) que compreende duas fases: uma curta, que dura até duas horas após exercício, e outra mais prolongada, durando até 48 horas após o término do mesmo. Porém, a duração do EPOC parece ter associação com a intensidade do EF. Esta variável reflete tanto o metabolismo anaeróbico do exercício prévio quanto as alterações respiratórias, circulatórias, hormonais, iônicas e térmicas que ocorrem durante a fase de recuperação.¹⁴

A literatura tem sido imprecisa na demonstração do real impacto do EF no GER, apontando variabilidade da influência de diversos elementos, tais como: idade, composição corporal, tipo, duração e intensidade do exercício, além da manipulação da dieta na perda ponderal dos praticantes regulares.

Portanto, a presente investigação visa avaliar o impacto que o EF promove sobre o GER, o gasto energético ao exercício físico (GEEF) e a condição aeróbica.

Métodos

Delimitação e população de estudo: Trata-se de estudo observacional, transversal e analítico, no qual foram avaliados 83 indivíduos, submetidos, por conveniência, ao teste cardiopulmonar de esforço (TECP), de janeiro a maio de 2018, sendo divididos em ativos e sedentários. Este exame foi realizado no setor de métodos gráficos de um hospital terciário, referência em cardiologia. Foram considerados ativos, de acordo com os critérios da Organização Mundial de Saúde (OMS), aqueles capazes de realizar 150 minutos de EF por semana e inclusos nessa pesquisa, os que já praticavam com tempo mínimo de três meses. Todos os voluntários já haviam sido submetidos aos seguintes exames: avaliação antropométrica, bioimpedância e calorimetria indireta, em uma mesma clínica de nutrição.

Avaliação antropométrica: Foram mensuradas as seguintes variáveis por pesquisadores treinados:

- estatura, aferida utilizando-se estadiômetro (altura exata) com marcações em centímetros;
- peso, utilizando balança digital eletrônica;
- índice de massa corporal (IMC), calculado pela razão entre o peso corporal (quilogramas) e a estatura ao quadrado (metro) e classificado com base no proposto pela OMS¹⁵;
- circunferência da cintura e quadril, aferida no ponto médio entre a última costela e a crista íliaca e na maior circunferência horizontal entre a cintura e os joelhos, utilizando fita métrica flexível e inelástica, subdividida em milímetros.

Bioimpedanciometria: Trata-se de uma metodologia precisa e confiável a qual utiliza corrente elétrica de baixa intensidade para obtenção da composição corporal.¹⁶ Foram avaliados os seguintes parâmetros: massa gorda (percentual de gordura), massa magra (livre de gordura), gordura visceral total, mediante o aparelho SECA mBCA 515, de bioimpedância segmentada de 19 Frequências. Os participantes se apresentaram à clínica para avaliação de composição corporal, abstendo-se da ingestão de alimentos ou líquidos por 4 a 8 horas, do uso de nicotina

por 12 horas, diuréticos, álcool, cafeína, teobromina e qualquer exercício físico por 24 horas antes do teste. O exame foi feito nos pacientes usando roupas leves, sem adorno, também sendo proibido o uso de qualquer loção sobre a pele.

Calorimetria indireta: Método que se baseia na medida indireta da energia gasta a partir do consumo de volume de oxigênio e produção de dióxido de carbono em determinado período de tempo. Todos os voluntários seguiram o seguinte protocolo: a) abstenção da ingestão de alimentos e líquidos por 8 horas (exceto água), do uso de nicotina por 12 horas, cafeína e de qualquer exercício por 24 horas antes do teste; b) realização de período de repouso 30 minutos antes do exame e c) determinação da TMB utilizando-se do sistema de análise de taxa metabólica *MetaCheck*, calibrado de acordo com as especificações do fabricante. Cada teste durou no mínimo 10 minutos de medição e a TMB foi determinada usando a equação de Weir. O teste foi repetido se a TMB tivesse uma diferença maior de 20% do que a prevista pela equação de Harris-Benedict.¹⁷

Protocolo do teste cardiopulmonar de esforço: A análise da ventilação minuto (VE), consumo de oxigênio (VO₂) e produção de gás carbônico (VCO₂) foi realizada a cada 10 segundos por intermédio do analisador de gases *Córtex Metalyser 3B*, com o *software* Elite. Foram utilizados eletrocardiógrafo digital *Micromed* e esteira ergométrica marca *Inbrasport*, modelo Super ATL.

Foi utilizado o protocolo de rampa e o teste era considerado máximo quando se atingia o RER>1,10. Preconizou-se interromper a prova conforme critérios estabelecidos pela III Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia.¹⁸

Foram avaliadas as seguintes variáveis do TECP:¹⁹⁻²⁰

- VO_{2pico} foi considerado o maior valor atingido nos últimos 30 segundos do esforço e foi expresso em ml.kg⁻¹.min⁻¹.
- O VO₂ no limiar anaeróbico foi determinado pelo método *V-slope*. Caso não fosse possível, era realizado por meio da análise do gráfico da plotagem dos equivalentes ventilatórios.

Analisou-se o gasto calórico total ao esforço através da calorimetria indireta, a partir do monitoramento do

consumo de volume de oxigênio e produção de dióxido de carbono em determinado período de tempo de esforço. O consumo de carboidrato e gordura também foi estudado.

Análise estatística: As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o programa *SPSS Statistic 19.0 (IBM Corporation, 2010)*. As variáveis quantitativas foram descritas como média (\pm desvio padrão) e a comparação entre os grupos foi realizada por meio do teste t de *Student*. As variáveis categóricas foram sumarizadas como percentagens e a comparação mediante os testes Qui quadrado (X^2) e exato de Fischer. Foi adotado o nível de confiança de 0,05 para o erro α e os testes foram bicaudais.

Para analisar a influência do EF no metabolismo e desempenho aeróbico, foi utilizado o modelo de MANCOVA, considerando as variáveis dependentes: GER, GEEF e VO_{2max} . Os fatores foram o gênero e EF e covariáveis: idade, IMC, porcentagem (%) da massa magra e porcentagem (%) da massa gorda. Para efeito de significância, optou-se pelo Traço de Pillai, selecionado em função do tamanho da mostra, diferença do n dos grupos e da presença de correlação entre as variáveis. Avaliaram-se ainda o tamanho do efeito medido, por meio do ETA^2 parcial (o ETA^2 parcial foi aplicado com o intuito de inferir acerca da significância clínica, considerando-se a dimensão do efeito muito elevada se valores $> 0,5$ e pequena se $\leq 0,05$) e o poder para cada variável.

Aspectos éticos: Todos os pacientes que participaram da pesquisa assinaram termo de consentimento livre e

esclarecido. O trabalho teve a anuência do comitê de ética em pesquisa, da instituição nucleadora do trabalho.

Resultados

A amostra constou de 83 indivíduos, sendo 46 ativos (55,4%) e 37 sedentários (44,6%), com idade média de $39,8 \pm 12,3$ anos. Os grupos foram similares quanto à idade, gênero, peso, IMC, relação cintura-quadril e fatores de risco cardiovascular. Eram compostos de pacientes jovens, na faixa etária aproximada dos 40 anos e portadores de sobrepeso discreto (tabela 1). O tipo de exercício praticado pelos pacientes ativos era 45% de exercício misto (aeróbico e resistência), 32,5% de aeróbico e 22,5% de resistência.

A bioimpedância não revelou diferença entre os grupos quanto aos percentuais de massas magra e gorda (tabela 2). Os sedentários, ajustando-se para idade e gênero, apresentaram maior gordura visceral (3,81L; IC 95% 3,32-4,29) que os ativos (3,01L; IC 95% 2,56-3,47).

A calorimetria indireta em repouso, não demonstrou diferença do GER entre os ativos e sedentários, o resultado respectivo foi de $1535 \pm 283,16$ kcal/dia e $1608 \pm 460,85$ kcal/dia ($p=0,4$). Na análise multivariada, por outro lado, observou-se que a idade, gênero e IMC influenciaram, significativamente, o GER, conforme pode ser apreciado na tabela 5. Após ajuste para a idade, o gênero masculino exibiu maior GER (figura 1).

Tabela 1. Características clínicas e antropométricas dos grupos ativo e sedentário.

Variáveis	Grupo Ativo (n=46)	Grupo Sedentário (n=37)	P
Idade (anos)	41,41 \pm 12,38	37,84 \pm 12,12	0,19
Gênero feminino, n (%)	31 (67,4%)	22 (59,5%)	0,45
HAS	4 (8,7%)	5 (13,5%)	0,5
DM	1 (2,2%)	0	1
Dislipidemia	11 (21,9%)	8 (21,6%)	0,81
Tabagismo	0	1 (2,7%)	0,45
Peso (kg)	74,18 \pm 13,56	78,54 \pm 20,81	0,28
IMC (kg/m ²)	26,82 \pm 4,24	28,17 \pm 5,6	0,21
Relação cintura-quadril	0,87 \pm 0,09	0,90 \pm 0,08	0,17

Variáveis categóricas expressas em frequência absoluta: n (frequência relativa - %); variáveis contínuas expressas em média \pm DP; Teste de qui-quadrado; teste t de *Student*; nível de significância $p \leq 0,05$; DP: desvio-padrão; HAS: hipertensão arterial sistêmica, DM: diabetes *mellitus*, IMC: índice de massa corpórea.

Tabela 2. Características da bioimpedância dos grupos ativo e sedentário.

Variáveis	Grupo Ativo (n=46)	Grupo Sedentário (n=37)	P
Massa gorda (%)	34,33±9,23	36,2±7,92	0,33
Massa magra (%)	65,67±9,23	63,78±7,93	0,33
Gordura visceral	2,77±1,42	3,52±2,16	0,06

Variáveis categóricas expressas em frequência absoluta: n (frequência relativa - %); variáveis contínuas expressas em média ± DP; teste de qui-quadrado; teste t de Student; nível de significância p≤0,05; DP: desvio-padrão.

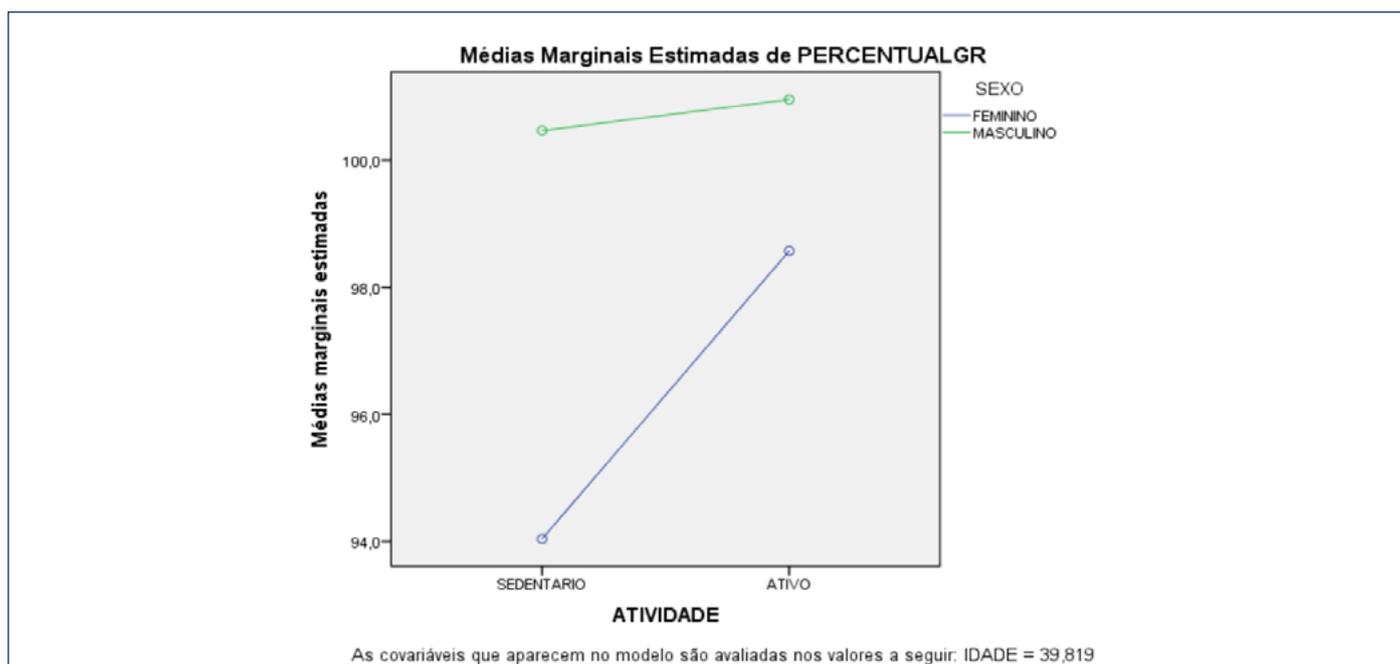


Figura 1 - Gasto energético em repouso de acordo com o gênero.

Em relação às variáveis do TCPE, não se constatou diferença quanto à duração do teste, quociente respiratório e frequência cardíaca (FC) máxima atingida; os integrantes de ambos os grupos cumpriram os critérios de exame máximo. Os sedentários tiveram maior FC de repouso, menor consumo de oxigênio no pico do esforço e no primeiro limiar anaeróbico. Quanto à calorimetria indireta ao esforço, os pacientes que praticavam EF obtiveram maior GEEF, com o consumo maior de carboidrato durante o esforço (tabela 3).

Discussão

Diante do exposto, pode-se constatar que o impacto do EF no GED parece estar relacionado, diretamente, com o momento da realização do próprio exercício, uma vez que,

os indivíduos ativos exibiram maior GEEF e desempenho aeróbico. Na população estudada, não foi observada influência do EF no GER.

O grupo de ativos era composto de integrantes saudáveis, que praticavam EF de moderada intensidade, o que pode, de certa forma, não ter contribuído para o aumento do EPOC e das alterações dos sistemas circulatório, respiratório, hormonal e térmico relatados na literatura. A dose ideal de exercício aeróbico, mais especificamente, a dose necessária para produzir o maior benefício varia consideravelmente nos principais estudos de relevância clínica.²¹ Wilmore et al não encontraram mudanças no GER após 20 semanas de exercício aeróbico de moderada intensidade, mesmo

Tabela 3. Variáveis hemodinâmicas e metabólicas do teste de esforço cardiopulmonar dos grupos ativo e sedentário.

Variáveis	Grupo Ativo (n=46)	Grupo Sedentário (n=37)	P
Duração do teste (minutos: segundos)	11:06	9:35	0,000
Frequência cardíaca repouso (bpm)	71±11	79±15,6	0,013
Frequência cardíaca pico, % do predito	95,9±6,6	93,9±6,6	0,83
Quociente respiratório	1,11±0,10	1,13±0,07	0,33
VO ₂ pico (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	30,01±8,31	24,77±5,2	0,001
VO ₂ pico, % do predito	88,55±17,3	85,82±22,0	0,54
VO ₂ no limiar anaeróbico (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	19,12±6,55	14,55±3,37	0,000
Limiar anaeróbico, % do VO ₂ predito	62,36±10,46	59,05±9,03	0,11
Gasto calórico (kcal)	94,65±47,5	72,36±30,47	0,015
Gasto gordura (kcal)	25,8±15,7	20,87±10,17	0,1
Gasto carboidrato (kcal)	68,86±38,76	51,47±26,27	0,02

Variáveis contínuas expressas em média ± DP; Teste t de Student; nível de significância p≤0,05; DP: desvio-padrão; VO₂: consumo de oxigênio; O₂: oxigênio.

Tabela 4. Influência multivariada da atividade e gênero no metabolismo e na condição aeróbica, ajustados para as covariáveis.

Variáveis	Traço de Pillai	P	ETA ² parcial	Poder
Exercício	0,271	<0,0001	0,271	0,994
Gênero	0,137	0,013	0,137	0,803
Covariáveis				
Idade	0,202	0,001	0,202	0,954
IMC	0,328	<0,0001	0,328	0,999
% massa magra	0,015	0,779	0,015	0,118
% massa gorda	0,016	0,755	0,016	0,125

MANCOVA - Análise multivariada de covariância. Variáveis dependentes: GRE, VO_{2max} e gasto calórico ao esforço; fatores fixos: exercício físico e gênero e as covariáveis: idade, IMC, % massa magra, % massa gorda. Nível de significância p≤0,05; poder≥0,80. Parâmetros do modelo ajustado: R2 ajustado para o GER=0,646; R2 ajustado para VO_{2max} 0,755; R2 ajustado para gasto calórico 0,681.

IMC: índice da massa corpórea.

na presença de pequenas mudanças na composição corporal e aumento do VO_{2max}.²²

Apesar da intensidade do EF possivelmente impactar no GER, Karstoft et al²³ só encontraram influência do EF sobre o GER em portadores de diabetes *mellitus* tipo II submetidos a diferentes intensidades de exercício, se houvesse também mudança na composição corporal. Woods et al estudaram os efeitos do treinamento intenso em ciclistas de elite, realizando *overreaching* sem compensação da ingestão calórica e observaram redução do GER, com o decréscimo da massa corporal e do desempenho aeróbico.²⁴

Por outro lado, outros estudos mostraram aumento do GED pelo EF, tanto diretamente, mediante efeito no consumo de energia decorrente do próprio exercício, como, indiretamente, por intermédio do aumento do GER.²⁵⁻²⁷ Potteiger et al observaram aumento do GER em pacientes portadores de sobrepeso após a realização de 16 meses de treinamento aeróbico de moderada intensidade. O tempo do EF desse estudo foi maior em relação aos outros, o que pode ter contribuído para o resultado alcançado.²⁵

A literatura aponta a massa magra como um dos principais determinantes do GER.²⁸⁻²⁹ Na nossa pesquisa, os grupos ativos e sedentários não foram diferentes

Tabela 5. Efeito do EF, gênero, idade e IMC nas variáveis dependentes: GER, GEEF e VO_{2max}.

Variáveis	F	P	ETA ² parcial	Poder
Exercício				
VO _{2max}	26,205	<0,0001	0,259	0,999
GEEF	18,307	<0,0001	0,196	0,988
Gênero				
GER	9,246	0,003	0,110	0,851
Idade				
GER	14,159	<0,0001	0,159	0,960
VO _{2max}	4,392	0,039	0,055	0,543
IMC				
GER	10,007	0,002	0,118	0,878
VO _{2max}	5,505	0,022	0,068	0,639
GEEF	24,693	<0,0001	0,248	0,998

MANCOVA - Análise multivariada de covariância. Variáveis dependentes: GRE, VO_{2max} e GEEF; fatores fixos: exercício físico e gênero e as covariáveis: idade, IMC, % massa magra, % massa gorda. Nível de significância p≤0,05; poder≥0,80. IMC: índice da massa corpórea; VO₂: consumo de oxigênio; GER: gasto energético em repouso; GEEF: gasto energético ao exercício físico. Parâmetros do modelo ajustado: R2 ajustado para o GER= 0,646; R2 ajustado para VO_{2max} 0,755; R2 ajustado para gasto calórico 0,681.

Tabela 6. Diferenças observadas para os grupos relacionadas aos fatores fixos: exercício físico e gênero.

Variáveis	Diferença média ± erro padrão	P	IC 95% para diferença
GER (Kcal/dia)			
Diferença masculino x feminino	354,16±116,47	0,003	122,13±586,19
VO_{2max} (ml.kg⁻¹.min⁻¹)			
Diferença ativo x sedentário	4,65±0,91	<0,0001	2,84±6,46
GEEF (Kcal)			
Diferença ativo x sedentário	24,82±5,80	<0,0001	13,26±36,38

MANCOVA - Análise multivariada de covariância. Variáveis dependentes: GRE, VO_{2max} e GEEF; fatores fixos: exercício físico e gênero e as covariáveis: idade, IMC, % massa magra, % massa gorda. Nível de significância p≤0,05; poder≥0,80. IMC: índice da massa corpórea; VO₂: consumo de oxigênio; GER: gasto energético em repouso; GEEF: gasto energético ao exercício físico. Parâmetros do modelo ajustado: R2 ajustado para o GER=0,646; R2 ajustado para VO_{2max} 0,755; R2 ajustado para gasto calórico 0,681.

quanto à composição da massa corporal, o que pode ter contribuído para não alterar o GER. O gênero, ajustando para a idade, teve efeito no GER, o que já é relatado na literatura, os homens possuem maior GER.

Apesar de o EF não causar impacto no GER, os pacientes sedentários tiveram maior adiposidade visceral, o qual é considerado marcador cardiometabólico, devido à associação com hipertensão arterial sistêmica, obesidade, resistência à insulina e doença arterial coronariana. Alguns estudos já haviam demonstrado correlação negativa entre a adiposidade visceral e a tolerância ao exercício.³⁰⁻³¹ Uma das possíveis justificativas elencadas foi o aumento da

liberação de fator de necrose tumoral alpha (TNF) e de ácidos graxos livres, por meio da resistência à insulina, prejudicando assim, a função muscular esquelética e tolerância ao esforço.³² Nesta mesma linha, outro trabalho já havia relatado que, reduzir o tecido adiposo visceral, foi independentemente relacionado à melhora da performance cardiorrespiratória e risco cardiometabólico.³³

Berentzen et al já haviam observado que uma redução na circunferência abdominal, era associado à diminuição da mortalidade em adultos saudáveis de meia idade.³⁴ A redução significativa do tecido adiposo visceral foi observada em resposta a prática de exercício, independente da sua intensidade.³⁵⁻³⁷

No presente estudo, os pacientes praticantes de EF apresentaram melhor desempenho aeróbico, traduzido pelas maiores taxas VO_{2pico} e VO_2 no primeiro limiar ventilatório. O grupo ativo atingiu diferença de 1,5 MET no pico do exercício. Já foi relatado na literatura que a cada aumento de 1 MET na condição aeróbica, a taxa de risco ajustada para morte diminuiu em 12%.³⁸ Este benefício foi demonstrado em trabalho recente, onde a associação inversa entre atividade física e risco de DCV foi significativa em idosos e comparável com indivíduos de meia-idade. Níveis modestos de atividade física conferiram benefícios em termos de risco de DCV, comparado a ser completamente inativo.³⁹

Jae et al demonstraram que boa condição aeróbica era capaz de atenuar o risco de morte súbita, em pacientes do gênero masculino portadores de sobrepeso e obesidade. Neste trabalho, boa performance cardiorrespiratória foi determinado por meio da análise do VO_{2pico} , devendo esse valor ser maior ou igual a 30 ml.kg⁻¹.min⁻¹ ou 8,6 METs.⁴⁰

Os sedentários tiveram maior frequência cardíaca de repouso, demonstrando maior atividade simpática. O EF induz adaptação do sistema nervoso autonômico, mais frequentemente notado na redução da frequência cardíaca em repouso, já relatado em alguns estudos.⁴¹⁻⁴³

Esses dados mostram que os pacientes sedentários, mesmo com IMC sem diferença dos ativos, são diferentes do ponto de vista funcional. Ainda, esta pesquisa suscita novos estudos que continuem buscando os efeitos do exercício físico no balanço energético, as ações diretas e indiretas na regulação do metabolismo. É importante analisar as diversas intensidades e duração do EF para analisar a relação dose-resposta em relação ao GER.

Nesta investigação, podemos assinalar algumas limitações, a saber: a) a amostra foi formada tanto de

praticantes de EF aeróbico como resistido; b) não foi avaliada a intensidade precisa da prática de EF; c) não houve também controle da frequência semanal da prática de EF; d) foram inclusos somente aqueles que realizavam EF há pelo menos três meses, não sendo avaliada a duração total da prática; e) não foi exigido, com critério de inclusão, a supervisão dos exercícios por profissionais qualificados.

Vale ressaltar, todavia, que a amostra populacional avaliada reflete o mundo real, daqueles que, almejando um estilo de vida mais saudável, recorrem à prática regular de exercício físico, pelo menos três vezes por semana, de modalidades heterogêneas, aeróbicos e/ou resistidos, de intensidades variadas e sem um prescrição específica de treinamento.

Conclusões

Os pacientes ativos mostraram maior gasto calórico ao esforço e melhor desempenho aeróbico, mas o EF não modificou o gasto energético em repouso. Os fatores realmente que contribuíram para tal foram a idade, o IMC e o gênero. Portanto, os dados sugerem que o EF de moderada intensidade praticado pela população estudada, não foi suficiente para aumentar o EPOC.

Potencial Conflito de Interesse

Os autores declaram não haver potenciais conflitos de interesse.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Referências:

1. Nystoriak MA, Bhatnagar A. Cardiovascular Effects and Benefits of Exercise. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2018; 135 (5): 1-11. doi: 10.3389/fcvm.2018.00135.
2. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as Medicine - Evidence for Prescribing Exercise as Therapy in 26 Different Chronic Diseases. *Scand J Med Sci Sports*. 2015; 25 (Suppl 3): 1-72. doi: 10.1111/sms.12581.
3. Willis BL, Gao A, Leonard D, Defina LF, Berry JD. Midlife Fitness and the Development of Chronic Conditions in Later Life. *Arch Intern Med*. 2012; 172 (17): 1333-40. doi: 10.1001/archinternmed.2012.3400.
4. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Lancet Physical Activity Series Working Group. Global Physical Activity Levels: Surveillance Progress, Pitfalls and Prospects. *Lancet*. 2012; 380 (9898): 245-57. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60646-1.
5. Martin CK, Church TS, Thompson AM, Earnest CP, Blair SN. Exercise Dose and Quality of Life: a Randomized Controlled Trial. *Arch Intern Med*. 2009; 169(3): 269-78. doi: 10.1001/archinternmed.2008.545.
6. Jorge JG, Santos MA, Barreto-Filho JA, Oliveira JL, Melo EV, Oliveira NA, Faro GB, Sousa AC. Nível de Atividade Física e Evolução Intra-hospitalar de Pacientes com Síndrome Coronariana Aguda. *Arq Bras Cardiol*. 2016; 106 (1): 33-40. doi: 10.5935/abc.20160006.
7. Chooi YC, Ding C, Magkos F. The Epidemiology of Obesity. *Metabolism*. 2019; 92: 6-10. doi: 10.1016/j.metabol.2018.09.005.

8. Lee IM, Djoussé L, Sesso HD, Wang L, Buring JE. Physical Activity and Weight Gain Prevention. *JAMA*. 2010; 303 (12): 1173-9. doi: 10.1001/jama.2010.312.
9. Melo CM, Tirapegui J, Ribeiro SM. Gasto Energético Corporal: Conceitos, Formas de Avaliação e sua Relação com a Obesidade. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2008; 52 (3): 452-64.
10. Ravussin E, Lillioja S, Anderson TE, Christin L, Bogardus C. Determinants of 24-Hour Energy Expenditure in Man. Methods and Results Using a Respiratory Chamber. *J Clin Invest*. 1986; 78 (6):1568-78. doi: 10.1172/JCI112749.
11. De Jonge L, Bray GA. The Thermic Effect of Food and Obesity: a Critical Review. *Obes Res*. 1997; 5 (6): 622-31. doi: 10.1002/j.1550-8528.1997.tb00584.x.
12. Levine JA. Non-exercise Activity Thermogenesis. *Proc Nutr Soc*. 2003; 62 (3): 667-79. doi: 10.1053/beem.2002.0227.
13. Melançon EL. The Effect of Exercise on Non-exercise Physical Activity and Sedentary Behavior in Adults. *Obes Rev*. 2017; 1: 40-49. doi: 10.1111/obr.12507.
14. Foureaux G, Pinto KMC, Dâmaso A. Efeito do Consumo Excessivo de Oxigênio após Exercício e da Taxa Metabólica de Repouso no Gasto Energético. *Rev Bras Med Esporte*. 2006; 12 (6): 393-8.
15. World Health Organization. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization. 2000; 256.
16. Fosbol M, Zerahn B. Contemporary Methods of Body Composition Measurement. *Scandinavian Clin Physiol Funct Imaging*. 2015; 35 (2): 81-97. doi: 10.1111/cpf.12152.
17. Harris JA, Benedict FG. A Biometric Study of Basal Metabolism in Man. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1918 Dec; 4 (12): 370-3. doi: 10.1073/pnas.4.12.370.
18. Meneghelo RS, Araújo CGS, Stein R, Mastrocolla LE, Albuquerque PF, Serra SM, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. *Arq Bras Cardiol*. 2010; 95 (5 supl.1): 1-26. doi: 10.1590/S0066-782X2010000800001.
19. Neder J, Nery L. Fisiologia do Exercício - Teoria e Prática. 1ªed. São Paulo: Artes Médicas; 2003.
20. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ. Principles of Exercise Testing and Interpretation. 4ªed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1996.
21. Wasfy M, Baggish AL. Exercise Dose in Clinical Practice. *Circulation*. 2016; 133 (23): 2297-313. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.018093.
22. Wilmore JH, Stanforth PR, Hudspeth LA, Gagnon J, Daw EW, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, Bouchard C. Alterations in resting Metabolic Rate as a Consequence of 20 Weeks of Endurance Training: the HERITAGE Family Study. *Am J Clin Nutr*. 1998; 68 (1): 66-71. doi: 10.1093/ajcn/68.1.66.
23. Karstoft K, Brinklov CF, Thorsen IK, Nielsen JS, Ried-Larsen M. Resting Metabolic Rate Does not Change in Response to Different Types of Training in Subjects with Type 2 Diabetes. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2017; 8:132. doi: 10.3389/fendo.2017.00132.
24. Woods AL, Rice AJ, Garvican-Lewis LA, Walleth AM, Lundy B, Rogers MA, Welvaert M, et al. The Effects of Intensified Training on Resting Metabolic Rate (RMR), Body Composition and Performance in Trained Cyclists. *PLoS One*. 2018; 13(2): e0191644. doi: 10.1371/journal.pone.0191644. eCollection 2018.
25. Potteiger JA, Kirk EP, Jacobsen DJ, Donnelly JE. Changes in Resting Meta-Bolic Rate and Substrate Oxidation after 16 Months of Exercise Training in Overweight Adults. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2008; 18: 79-95. doi: 10.1123/ijnsnem.18.1.79.
26. Tremblay A, Fontaine E, Poehlman ET, Mitchell D, Perron L, Bouchard C. The Effect of Exercise-Training on Resting Metabolic Rate in Lean and Moderately Obese Individuals. *Intern J Obesity*. 1986; 10: 511-7.
27. Toth MJ, Poehlman ET. Resting Metabolic Rate and Cardiovascular Disease Risk in Resistance and Aerobic-Trained Middle-Aged Women. *Intern J Obesity*. 1995; 19: 691-8.
28. Laforgia J, Van Der Ploeg G, Withers R, Gunn S, Brooks A, Chatterton B. Impact of Indexing Resting Metabolic Rate Against Fat-Free Mass Determined by Different Body Composition Models. *Eur J Clin Nutr*. 2004; 58 (8): 1132-41. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601941.
29. Westerterp K, Meijer G, Schoffelen P, Janssen E. Body Mass, Body Composition and Sleeping Metabolic Rate Before, During and After Endurance Training. *Eur J Appl Physiol*. 1994; 69 (3): 203-8. doi: 10.1007/BF01094789.
30. LaMonte MJ, Barlow CE, Jurca R, Kampert JB, Church TS, Blair SN. Cardiorespiratory Fitness Is Inversely Associated with the Incidence of Metabolic Syndrome: A Prospective Study of Men and Women. *Circulation*. 2005; 112 (4): 505-12. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.104.503805.
31. O'Donovan G, Thomas EL, McCarthy JP, Fitzpatrick J, Durighel G, Mehta S, Morin SX, et al. Fat Distribution in Men of Different Waist Girth, Fitness Level and Exercise Habit. *Int J Obes (Lond)*. 2009; 33 (12): 1356-62. doi: 10.1038/ijo.2009.189.
32. Shioya-Yamada M, Shimada K, Nishitani-Yokoyama M, Sai E, Takeno K, Tamura Y, et al. Association between Visceral Fat Accumulation and Exercise Tolerance in Non-Obese Subjects without Diabetes. *J Clin Med Res*. 2018; 10 (8): 630-5. doi: 10.14740/jocmr3403w.
33. O'Donovan G, Kearney E, Sherwood R, Hillsdon M. Fatness, Fitness and Cardiometabolic Risk Factors in Middle Aged White Men. *Metabolism*. 2012; 61 (2): 213-20. doi: 10.1016/j.metabol.2011.06.009.
34. Berentzen TL, Jakobsen MU, Halkjaer J, Tjonneland A, Overvad K, Sorensen TI. Changes in Waist Circumference and Mortality in Middle-Aged Men and Women. *PLoS One*. 2010; 5 (9): e13097. doi: 10.1371/journal.pone.0013097.
35. Cowan TE, Brennan AM, Stotz PJ, Clarke J, Lamarche B, Ross R. Separate Effects of Exercise Amount and Intensity on Adipose Tissue and Skeletal Muscle Mass in Adults with Abdominal Obesity. *Obesity*. 2018; 26 (11): 1696-1703. doi: 10.1002/oby.22304.
36. Ross R, Hudson R, Stotz P, Lam M. Effects of Exercise Amount and Intensity on Abdominal Obesity and Glucose Tolerance in Obese Adult. *Ann Intern Med*. 2015; 162: 325-34. doi: 10.7326/M14-1189.
37. Lachman S, Boekholdt SM, Luben RN, Sharp SJ, Brage S, Khaw K-T, Peters RJ, Wareham NJ. Impact of Physical Activity on the Risk of Cardiovascular Disease in Middle-Aged and Older Adults: EPIC Norfolk Prospective Population Study. *Europ J Prev Cardiol*. 2018; 25 (2): 200-8. doi: 10.1177/2047487317737628.
38. Kokkinos P, Myers J, Faselis C, Panagiotakos DB, Doumas M, Pittaras A, et al. Exercise Capacity and Mortality in Older Men: a 20-Year Follow-Up Study. *Circulation*. 2010; 122 (8): 790-7. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.938852.
39. Lachman S, Boekholdt SM, Luben RN, Sharp SJ, Brage S, Khaw KT, Peters RJ, Wareham NJ. Impact of Physical Activity on the Risk of Cardiovascular Disease in Middle-Aged and Older Adults. *Eur J Prev Cardiol*. 2018; 25 (2): 200-8. doi: 10.1177/2047487317737628.
40. Jae SY, Franklin BA, Kurl S, Fernhall B, Kunutsor SK, Kauhanen J, Laukkanen JA. Effect of Cardiorespiratory Fitness on Risk of Sudden Cardiac Death in Overweight/Obese Men Aged 42 to 60 Years. *Am J Cardiol*. 2018; 122 (5): 775-9. doi: 10.1016/j.amjcard.2018.05.017.
41. Nascimento MF, Barros JA. Efeitos do Condicionamento Físico na Frequência Cardíaca de Repouso e sua Variabilidade em Indivíduos do Gênero Masculino Sedentários e Praticantes de Exercícios Físicos. *Rev Bras Prescr Fisiol Exerc*. 2008; 2 (8): 209-20.
42. Fronchetti L, Nakamura F, Aguiar C, Oliveira F. Indicadores de Regulação Autônômica Cardíaca em Repouso e Durante o Exercício Progressivo. Aplicação do Limiar de Variabilidade da Frequência Cardíaca. *Rev Port Cien Desp*. 2006; 6 (1): 21-8.
43. Tulppo M, Makikallio T, Seppanen T, Laukkanen RT, Huikuri HV. Vagal Modulation of Heart Rate during Exercise: Effects of Age and Physical Fitness. *Am J Physiol*. 1998; 274 (2): H424-9. doi: 10.1152/ajpheart.1998.274.2.H424.