

Respostas metabólicas durante a prática de exergames em adultos de acordo com o sexo

Metabolic responses during practice of exergames in adults according to sex

Moane Marchesan Krug¹ , Aline Rodrigues Barbosa² 

1. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), Santa Rosa, RS, Brasil

2. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil

RESUMO

Objetivo: Analisar as respostas metabólicas ocorridas durante a prática de exergames em termos de gasto energético, taxa de consumo de oxigênio, equivalente metabólico e frequência cardíaca em homens e mulheres adultos. **Métodos:** A amostra do presente estudo foi composta por 102 adultos (52 homens). O gasto energético, a taxa de consumo de oxigênio e o equivalente metabólico foram avaliados com um analisador de gases portátil (K4b2). A frequência cardíaca foi medida com um frequencímetro. Todas as variáveis dependentes foram avaliadas em repouso e durante a sessão de exergame, que foi composta por quatro jogos no console X-box 360 (voleibol, boxe, atletismo e boliche). **Resultados:** A média de idade foi de $34,8 \pm 13,4$ anos. Houve um aumento significativo nos valores de repouso durante as sessões de exergame para gasto de energia (masculino: 467,52%; $p < 0,001$; feminino: 393,72%; $p < 0,001$), taxa de consumo de oxigênio (masculino: 453,97%; $p < 0,01$; feminino: 384,74 %; $p < 0,001$), equivalente metabólico (masculino: 457,40%; $p < 0,001$; feminino: 384,74%; $p < 0,001$) e frequência cardíaca (masculino: 95,10%; $p < 0,001$; feminino: 92,26; $p < 0,001$). Quando comparados às mulheres, os homens apresentaram valores significativamente maiores para gasto energético (intervalo de confiança de 95% = -12,53; -6,67), taxa de consumo de oxigênio (intervalo de confiança de 95% = -4,01; -0,80) e equivalente metabólico (95% de confiança intervalo = -1,18; 0,27) durante exergames. **Conclusão:** Uma sessão de exergames é capaz de aumentar o gasto energético, a taxa de consumo de oxigênio, o equivalente metabólico e a frequência cardíaca em adultos. Os homens apresentaram valores mais elevados nos parâmetros metabólicos quando comparados às mulheres.

Palavras-chave: metabolismo energético, jogos de vídeo, frequência cardíaca.

ABSTRACT

Objective: To analyze the metabolic responses occurring during the practice of exergames in terms of energy expenditure, oxygen consumption rate, metabolic equivalent and heart rate in adult men and women. **Methods:** The present study sample was comprised of 102 adults (52 males). Energy expenditure, oxygen consumption rate and metabolic equivalent were assessed with a portable gas analyzer (K4b2). Heart rate was measured with a frequencymeter. All dependent variables were assessed at rest and during the exergame session, which was comprised of four X-box 360 games (volleyball, boxing, athletics, and bowling). **Results:** Mean age was 34.8 ± 13.4 years. There was a significant increase in resting values during exergame sessions for energy expenditure (male: 467.52%; $p < 0.001$; female: 393.72%; $p < 0.001$), oxygen consumption rate (male: 453.97%; $p < 0.01$; female: 384.74%; $p < 0.001$), metabolic equivalent (male: 457.40%; $p < 0.001$; female: 384.74%; $p < 0.001$) and heart rate (male: 95.10%; $p < 0.001$; female: 92.26; $p < 0.001$). When compared to women, men showed significantly higher values for energy expenditure (95% confidence interval = -12.53; -6.67), oxygen consumption rate (95% confidence interval = -4.01; -0.80) and metabolic equivalent (95% confidence interval = -1.18; 0.27) during exergames. **Conclusion:** A session of exergames is capable of increasing energy expenditure, oxygen consumption rate, metabolic equivalent and heart rate in adults. Men showed higher values in metabolic parameters when compared to women.

Keywords: energy metabolism, video games, heart rate.

Recebido em: 14 de agosto de 2020; Aceito em: 17 de fevereiro de 2021.

Correspondência: Moane Marchesan, Avenida Santa Cruz 169, 404/6, 98789-150 Santa Rosa/RS, mkrug@unijui.edu.br.

Introdução

Os jogos eletrônicos se destacam mundialmente entre as inovações em tecnologia doméstica nas últimas décadas, pois atraem crianças, adolescentes e adultos [1]. Essas tecnologias são utilizadas como entretenimento, pois proporcionam diversão e proporcionam sensação de bem-estar aos usuários [2,3]. Por outro lado, também promovem baixos níveis de atividade física, o que pode repercutir no aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis [4].

Na última década, um novo tipo de videogame conhecido como exergames surgiu no mundo da tecnologia e despertou o interesse da comunidade científica [5]. Nesse tipo de videogame, o jogador precisa realizar movimentos corporais para controlar e atingir seu objetivo [6,7].

Vários estudos [8,9] mostraram que esses movimentos corporais causam um aumento no gasto energético (GE) [10,11], taxa de consumo de oxigênio (VO_2/kg) [11,12] equivalente metabólico (METs) e frequência cardíaca (FC) [12].

Entretanto, a maioria dos estudos com exergames tem sido realizada com crianças e adolescentes [1,13] ou com indivíduos em reabilitação [14-16]. Poucos estudos investigaram adultos e levaram em consideração as diferenças entre sexo e VO_2/kg , METs e FC [6,17].

Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar as respostas metabólicas ocorridas durante a prática de exergames para GE, VO_2/kg , METs e FC em ambos os sexos.

Métodos

Tipo de estudo

Foi realizado um estudo transversal, descritivo e correlacional.

Amostra

A amostra do estudo foi não probabilística e incluiu 102 adultos brasileiros. Os critérios de inclusão foram os seguintes: ser membro de uma comunidade universitária pública do Sul do Brasil (alunos, funcionários, professores e participantes de projetos de extensão); e, ter 21 anos ou mais. Em contrapartida, foram excluídos os seguintes indivíduos: aqueles que usavam betabloqueadores; com distúrbios da tireóide ou lesões ortopédicas, que apresentavam problemas de mobilidade; e, que apresentavam deficiências visuais ou auditivas que poderiam afetar a compreensão das instruções do exergame.

Os participantes foram recrutados por meio de convites dirigidos à população-alvo. Os e-mails foram enviados para as coordenações dos cursos da Universidade Federal de Santa Catarina e individualmente para os endereços cadastrados no serviço desta universidade. Além disso, o projeto foi divulgado nas redes sociais e no site da universidade, bem como por meio de visitas a projetos de extensão e salas de aula.

O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (CAAE 32996914.0.0000.0121).

Variáveis estudadas

Idade (em anos) e sexo (feminino e masculino) foram coletados por meio de questionário. O índice de massa corporal (IMC = kg/m^2) foi determinado avaliando o peso corporal e a altura. O peso corporal (kg) foi medido com uma balança (Toledo®; precisão de 100g). Durante a medição, os indivíduos permaneceram descalços e com roupas leves.

A altura (em metros) foi determinada com a utilização de um estadiômetro (Sanny®; precisão de 0,5 cm). Durante a medição, os participantes estavam descalços, em posição ereta, com os pés juntos e calcanhares, nádegas e cabeça tocando o estadiômetro.

O índice de massa muscular (IMM) foi avaliado com o cálculo proposto por Lee *et al.* [18]: $\text{IMM} = \text{altura (em metros)} \times (0,244 \times \text{peso corporal}) + (7,8 \times \text{altura}) + (6,6 \times \text{sexo}) + (0,098 \times \text{idade}) + (\text{etnia} - 3,3)$. Os valores atribuídos ao sexo e etnia foram os seguintes: masculino = 1; feminino = 0; Asiático = 1,2; Afrodescendente = 1,4; Caucasiano = 0.

As avaliações de GE, VO_2 e METs foram realizadas em repouso e a prática de exergames por calorimetria indireta, utilizando um analisador de gases portátil COSMED, modelo K4b2. Durante o repouso, os participantes permaneceram sentados em silêncio por dez minutos. Durante os exergames, as variáveis metabólicas foram avaliadas por jogo, com duração de dez minutos cada, para estabilização das variáveis fisiológicas em repouso.

O sistema K4b2 foi calibrado antes de cada teste para garantir as medidas exatas do ar circundante, gás do cilindro, turbina e atraso, de acordo com as recomendações do fabricante (COSMED SRL).

O GE ($\text{kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) foi avaliado por meio do protocolo *Tufts University Nutrition Collaborative*, quando os indivíduos avaliados devem estar em jejum de pelo menos quatro horas, só podem beber água e não devem ter realizado exercícios físicos nas 48 horas anteriores.

Os METs foram usados por serem múltiplos das taxas metabólicas de repouso [19]. Foram calculados da seguinte forma: VO_2 de atividade ($\text{ml}(\text{kg}\cdot\text{min})^{-1}$) / VO_2 em repouso ($\text{ml}(\text{kg}\cdot\text{min})^{-1}$).

A FC foi medida com frequencímetro (POLAR®, modelo 610i) e foi relatada como batimentos cardíacos/minuto. A FC máxima (FC_{máx}) foi encontrada por meio do cálculo proposto por Karvonen, Kentala e Mustala [20].

Protocolo de Exergame

A sessão de exergame foi realizada usando o Xbox360 com Kinect™. Uma área de $4 \times 4 \text{m}^2$ foi reservada para a câmera do sensor Kinect para monitorar os movimentos dos participantes durante os jogos. Os jogos foram realizados individualmente e an-

tes do início da sessão, os entrevistadores forneciam uma explicação verbal e mostravam como jogar cada jogo, buscando facilitar a atuação dos participantes.

Foi utilizado o *Kinect Sports* (1ª e 2ª temporadas), incluindo boxe, boliche, vôlei e atletismo, e cada jogo teve duração de dez minutos. A sequência de jogos foi selecionada aleatoriamente para cada jogador e os primeiros cinco minutos foram desconsiderados para permitir a estabilização dos parâmetros metabólicos. Os períodos de descanso foram incluídos entre as categorias de jogo, quando os jogadores permaneceram sentados e descansaram por cinco minutos.

A prática do exergame, as entrevistas, bem como as mensurações das variáveis fisiológicas (GE, VO_2 , METs e FC) durante o repouso e os jogos, foram realizadas em sala previamente preparada.

Os dados foram coletados em sessão única nas dependências do Centro Esportivo da Universidade Federal de Santa Catarina (CDS/UFSC). A prática de exergames, entrevistas e mensuração das variáveis fisiológicas (EE, VO_2 , METs e FC) em repouso e em jogo foram realizadas em sala de aula previamente preparada. As medidas antropométricas (peso corporal e estatura) foram realizadas no Laboratório de Fisiologia.

Procedimentos estatísticos

Médias e desvios-padrão foram calculados para EE, VO_2 , METs e FC, de acordo com o sexo. Com o objetivo de comparar os parâmetros EE, VO_2 , METs e FC entre mulheres e homens, foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes.

Análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas e comparação múltipla pos-hoc (Tukey) foram aplicadas para comparar as médias de EE, VO_2 , METs e FC durante o repouso e a cada exergame (boxe, atletismo, voleibol e boliche).

O nível de significância estatística de 5% foi definido para todas as análises e o STATA (*Stata Corporation, College Station, EUA*) 13.0® foi usado.

Resultados

A Tabela I mostra as características da amostra. Houve diferenças significativas entre homens e mulheres para as características antropométricas e valores maiores foram encontrados para o sexo masculino.

Tabela I - Características da amostra. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2014

	Feminino (n = 50)	Masculino (n = 52)	Total (n = 102)	p
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	
Idade (anos)	33,7 ± 13,0	35,9 ± 13,9	34,8 ± 13,4	0.423
Peso corporal (kg)	63,61 ± 10,35	78,56 ± 12,19	71,31 ± 13,55	<0.001
Altura (m)	1,64 ± 0,07	1,75 ± 0,09	1,69 ± 0,10	<0.001
IMC (kg/m ²)	23,79 ± 3,77	25,53 ± 2,81	24,68 ± 3,41	0.011
IMM (kg)	12,95 ± 57,60	14,01 ± 73,41	13,49 ± 84,84	<0.001

DP = Desvio Padrão; kg = quilograma; m = metros; IMC = Índice de Massa Corporal; IMM = Índice de Massa Muscular

Tabela II - Médias e desvio-padrão para GE (kcal/min)⁻¹, VO₂ ml (kg.min)⁻¹, METs e FC (bpm), em diferentes jogos de acordo com o sexo. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2014 (n = 102)

	GE (kcal/min) ⁻¹	VO ₂ mL (kg.min) ⁻¹	METs	FC (bpm)	FCmax
Masculino	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	%
Repouso	1,68 ± 0,06 ^a	4,49 ± 0,17 ^a	1,28 ± 0,05 ^a	68,85 ± 2,09 ^a	41,26
Voleibol	8,39 ± 2,28 ^b	22,27 ± 4,97 ^{bc}	6,36 ± 1,42 ^{bc}	129,78 ± 21,06 ^b	76,40
Boxe	9,38 ± 2,77 ^b	24,28 ± 6,29 ^c	6,94 ± 1,80 ^c	139,40 ± 24,07 ^b	78,51
Atletismo	8,92 ± 2,33 ^b	22,63 ± 4,87 ^{bc}	6,47 ± 1,39 ^{bc}	132,29 ± 22,49 ^b	76,77
Boliche	8,52 ± 2,56 ^b	21,27 ± 6,56 ^b	6,22 ± 1,76 ^b	137,73 ± 19,54 ^b	75,88
Feminino					
Repouso	1,43 ± 0,07 ^a	4,58 ± 1,17 ^a	1,31 ± 0,04 ^a	76,33 ± 1,91 ^a	37,75
Voleibol	6,43 ± 1,99 ^b	20,49 ± 4,50 ^{bc}	5,85 ± 1,29 ^{bc}	142,06 ± 21,48 ^b	70,23
Boxe	6,74 ± 1,80 ^b	21,26 ± 4,44 ^c	6,07 ± 1,27 ^c	146,33 ± 23,71 ^b	76,02
Atletismo	6,69 ± 1,55 ^b	20,90 ± 4,22 ^{bc}	5,97 ± 1,20 ^{bc}	143,53 ± 19,41 ^b	72,04
Boliche	6,02 ± 1,73 ^b	18,98 ± 4,248 ^b	5,42 ± 1,21 ^b	141,38 ± 22,94 ^b	74,58
Todos					
Repouso	1,65 ± 1,04 ^a	4,52 ± 1,18 ^a	1,29 ± 0,34 ^a	72,40 ± 14,45 ^a	39,36
Voleibol	7,47 ± 2,36 ^b	21,43 ± 4,82 ^{bc}	6,12 ± 1,38 ^{bc}	135,56 ± 22,03 ^b	73,28
Boxe	8,14 ± 2,70 ^b	22,86 ± 5,68 ^c	6,53 ± 1,62 ^c	142,63 ± 24,04 ^b	77,24
Atletismo	7,86 ± 2,28 ^b	21,81 ± 4,63 ^{bc}	6,23 ± 1,32 ^{bc}	137,63 ± 21,73 ^b	74,38
Boliche	7,31 ± 2,52 ^b	20,18 ± 5,67 ^b	5,83 ± 1,56 ^b	139,50 ± 21,22 ^b	75,23

abcd = Médias seguidas de letras mostram diferenças entre elas; p-valor < 0,001

O boxe foi o jogo mais intenso para homens e mulheres, atingindo os maiores valores de GE, VO₂/kg, METs e FC. O boliche foi o jogo menos intenso para ambos os sexos, de acordo com os valores encontrados para GE (7,31 ± 2,52 kcal.min⁻¹), VO₂/kg (20,18 ± 5,67 mL.kg⁻¹.min⁻¹) e METs (5,83 ± 1,56), enquanto a FC (141,38 ± 22,94 bpm) foi a menos intensa para mulheres exclusivamente. Entre os homens, os menores valores médios de FC foram encontrados no voleibol (129,78 ± 21,06 bpm). Esses dados são apresentados na Tabela II.

Além disso, a área percentual da FCmáx atingida durante a prática de exergames foi superior a 70% para mulheres e homens. O boxe foi o jogo que apresentou os maiores valores, 78% e 76% da FCmáx para homens e mulheres, respectivamente (Tabela II).

As tabelas III e IV apresentam a comparação entre os parâmetros metabólicos, medidos durante o repouso e a sessão de jogo para homens e mulheres, respectivamente. Houve um aumento significativo nos valores de repouso durante a sessão de jogo para GE (masculino: 467,52%; p < 0,001; feminino: 393,72%; p < 0,001), VO₂/kg (masculino: 453,97%; p < 0,01; feminino: 384,74%; p < 0,001), METs (masculino: 457,0%; p < 0,001; feminino: 384,74%; p < 0,001) e FC (masculino: 95,10%; p < 0,001; feminino: 92,26; p < 0,001). O tamanho do efeito foi alto para todas as variáveis (d ≥ 0,80).

De acordo com a Tabela II, houve aumento significativo (p < 0,001) nos valores de GE, VO₂/kg, METs e FC durante os quatro jogos para ambos os sexos. As comparações entre as categorias do exergame mostraram diferenças significativas no VO₂/

kg e nos METs para o boliche e o boxe, indicando valores estatisticamente maiores durante a prática do boxe.

Tabela III - Comparação dos parâmetros metabólicos medidos em repouso e exergames: dados para homens. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2014 (n = 52)

Variáveis	Repouso Média ± DP (IC95%)	Durante o jogo Média ± DP (IC95%)	% de mudança (IC95%)	Valor de p	Cohen d	TE
GE (kcal.min ⁻¹)	1,68 ± 0,06 (1,55-1,81)	8,85 ± 0,29 (8,26-9,43)	467,52 (541,00; 393,66)	<0,001	7,67	0,97
VO ₂ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	4,49 ± 0,17 (4,12-4,82)	22,83 ± 0,63 (21,55-24,10)	453,97 (525,33; 382,61)	<0,001	8,92	0,97
METS	1,28 ± 0,05 (1,18-1,38)	6,53 ± 0,18 (6,18-6,89)	457,40 (529,93; 384,88)	<0,001	9,13	0,98
FC (bpm)	68,85 ± 2,09 (64,65-73,06)	134,90 ± 2,60 (129,71-140,10)	95,10 (102,72; 87,50)	<0,001	7,43	0,96

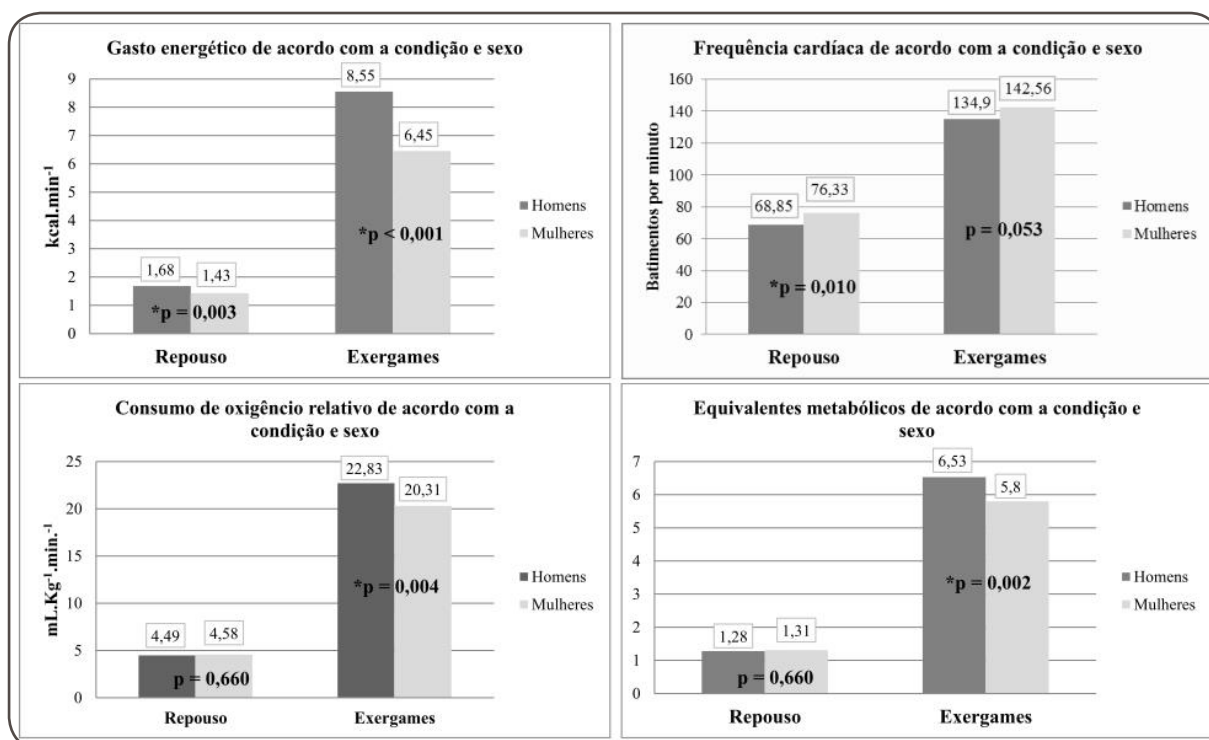
DP = desvio padrão; IC95% = Intervalo de confiança de 95%; GE = gasto energético; VO₂ = consumo de oxigênio; METs = equivalente metabólico; FC = Frequência cardíaca; bpm = batimentos por minuto; % = percentual; TE = tamanho do efeito

Tabela IV - Comparação dos parâmetros metabólicos medidos em repouso e exergames: dados para mulheres. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2014 (n = 50)

Variáveis	Repouso Média ± DP (IC95%)	Durante o jogo Média ± DP (IC95%)	% de mudança (IC95%)	p	Cohen d	TE
GE (kcal.min ⁻¹)	1,43 ± 0,07 (1,31-1,55)	6,45 ± 0,23 (5,99-6,90)	393,72 (-460,67;-326,77)	<0,001	6,93	1,00
VO ₂ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	4,58 ± 1,17 (4,24 - 4,93)	20,31 ± 0,50 (19,30-21,32)	384,74 (-450,85;-318,63)	<0,001	9,72	0,98
METS	1,31 ± 0,04 (1,21-1,41)	5,80 ± 0,14 (5,51-6,09)	384,74 (-450,00;-318,63)	<0,001	9,72	0,98
FC (bpm)	76,33 ± 1,91 (72,45 - 80,17)	142,56 ± 2,94 (136,65-148,47)	92,26 (-101,64; -82,88)	<0,001	7,94	0,99

DP = desvio padrão; IC95% = intervalo de confiança de 95%; GE = gasto energético; VO₂ = consumo de oxigênio; METs = equivalente metabólico; FC = frequência cardíaca; bpm = batimentos por minuto; % = percentual; TE = tamanho do efeito

A Figura 1 mostra as comparações entre os sexos durante o repouso e a prática de exergames. O GE apresentou diferença significativa durante o repouso (IC95% = -0,043; -0,09) e o exergame (IC95% = -12,53; -6,67) entre homens e mulheres, indicando valores maiores para o sexo masculino. Em condições de repouso, não houve diferenças entre os sexos para VO₂/kg e METs. Durante a sessão de exergames, os homens apresentaram valores significativamente maiores em relação às mulheres em VO₂/kg (IC95% = -4,01; -0,80) e METs (IC95% = -1,18; 0,27). As mulheres apresentaram maiores valores de FC do que os homens em repouso (IC95% = 1,85; 13,1).



Gasto energético de acordo com a condição e sexo - repouso / exergames - homens / mulheres; Frequência cardíaca de acordo com a condição e sexo - batimentos por minuto - repouso / exergames - homens / mulheres; Taxa de consumo de oxigênio de acordo com a condição e sexo - repouso / exergames - homens / mulheres; Equivalente metabólico de acordo com a condição e sexo - repouso / exergames - homens / mulheres

Figura 1 - Gasto energético, taxa de consumo de oxigênio, equivalente metabólico e frequência cardíaca em repouso e durante a sessão de exergame: comparação entre os sexos realizada com o teste t de Student para amostras independentes

Discussão

Os resultados mostraram que a prática ou exergames aumentam os valores de GE, VO_2 /kg, METs e FC, quando comparados às condições de repouso. Dentre os jogos realizados, o boxe foi o que possibilitou o maior aumento desses parâmetros em ambos os sexos.

O aumento dos parâmetros metabólicos em resposta à prática de exergames foi encontrado por outros autores [9,21-23] e pode ser explicado pelo aumento das demandas metabólicas dos músculos ativados quando os movimentos corporais são realizados [23].

No presente estudo, o GE aumentou aproximadamente 460% durante os exergames, em comparação com a condição de repouso. Esse aumento significativo foi semelhante ao encontrado por Siegel *et al.* [9] em estudo realizado com adultos jovens e superior a outros estudos realizados com adultos [21-23]. As diferenças entre os estudos podem ser explicadas pelas características de cada amostra, além do tipo e duração do jogo. No estudo de Lyons *et al.* [24], além da média de idade dos participantes ser inferior à do presente estudo, os exergames selecionados foram: Dance Dance Revolution (dança), Medal Honor e Resident Evil (tiro), Guitarra Hero e Rock Band (bandas) e Wii Fit (atividades físicas).

O VO_2/kg aumentou significativamente durante a prática de exergames, quando comparado ao período de repouso. Outros pesquisadores [21,22,24,25] também relataram aumento desse parâmetro em resposta à prática de exergames, embora em nível inferior.

As diferenças de VO_2/kg apontadas entre os estudos podem ser explicadas pelas características dos participantes [26]. No estudo realizado por Noah *et al.* [21], a maioria dos participantes era do sexo feminino, fator que influenciou nos menores valores de VO_2/kg . Por outro lado, o estudo realizado com adultos jovens do sexo masculino apresentou maiores aumentos no VO_2/kg durante a prática do X-box [27], quando comparado aos resultados do presente estudo.

O sexo explica a diferença de valores encontrada nos estudos, pois os homens apresentaram maiores valores de VO_2/kg quando comparados às mulheres [28], principalmente devido à maior massa muscular dos homens [29].

Os resultados mostraram um aumento nas estimativas dos valores de METs durante os exergames, em relação aos valores de repouso, conforme observado por outros autores [8,9]. No entanto, os dados do presente estudo foram superiores aos encontrados em outros estudos com adultos [9,30] e idosos [31].

As diferenças encontradas entre os estudos quanto aos valores de MET obtidos durante os exergames [9,31,32] provavelmente foram influenciadas pelas características das amostras (sexo, idade, etnia e composição corporal). No estudo realizado por Taylor *et al.* [31], a amostra incluiu idosos, o que provavelmente explica os menores valores de MET encontrados, quando comparados aos do presente estudo. Outro fator que pode ter influenciado essas diferenças é o tipo de jogo e a sua duração. Ao investigar adultos, O'Donovan *et al.* [30] encontraram valores de MET menores do que os encontrados no presente estudo. Essas diferenças podem ter ocorrido devido à duração do jogo, que foi menor no presente estudo.

Apesar de não ser o objetivo do presente estudo, deve-se ressaltar que, de acordo com as recomendações do *American College of Sports Medicine* [33], as categorias de exergame podem ser classificadas em moderadas (boliche) e vigorosas (boxe, voleibol e atletismo).

Os resultados mostraram aumento da FC durante a prática de exergames, quando comparada aos valores de repouso, conforme observado em outros estudos [5,6,9,22]. O aumento da FC é resultado de adaptações autônomas e hemodinâmicas que influenciam o sistema cardiovascular [4,34,35].

Outros estudos relataram aumentos significativos da FC durante a prática de exergames inferiores aos encontrados no presente estudo [9,36]. Um desses estudos foi o conduzido por O'Donovan e Hussey [22], que mostrou um aumento significativo de 86% na FC durante a prática do boxe com Nintendo Wii, tendo como referência os valores de repouso.

No presente estudo, o boxe foi a categoria de exergame que levou aos maiores valores de GE, VO_2/kg , METs e FC. Neste jogo, todas as partes do corpo são utilizadas, embora haja um predomínio dos membros superiores. Os jogadores movimentam-se

constantemente e as pausas durante este jogo são mais curtas do que nas outras categorias (voleibol, atletismo e bowling).

Maddison *et al.* [37] explicam que os exergames que utilizam todas as partes do corpo apresentam maior gasto energético, quando comparados aos que envolvem exclusivamente os membros superiores. Graves, Ridgers e Stratton [38] encontraram maiores valores de GE em jogos incluindo membros superiores, quando comparados ao corpo inteiro.

Embora o boliche inclua os membros superiores, este foi o jogo menos intenso no presente estudo. Porém, diferentemente do boxe, o boliche não envolve um oponente virtual devido à precisão dos movimentos e os jogadores realizam as tarefas em uma velocidade mais lenta.

As comparações entre os sexos apontam para maiores valores de GE, VO_2/kg e METs para os homens quando comparados às mulheres durante a prática de exergames. As diferenças entre os sexos podem ser explicadas pelo maior IMM encontrado no sexo masculino em relação ao feminino.

Conclusão

De acordo com os dados obtidos no presente estudo, a prática de exergames pode promover aumento relevante nos valores de GE, VO_2/kg , METs e FC, quando comparados ao período de repouso, em adultos de ambos os sexos. As comparações entre os sexos mostraram maiores valores de GE, VO_2/kg e METs para os homens, quando comparados às mulheres, exceto para a FC, que não apresentou diferenças entre os sexos. Assim, tais práticas poderiam ser aprimoradas e utilizadas para promover a saúde da população por meio do aumento do nível de atividade física. Por fim, novos estudos sobre as implicações de uma sessão de exergames no GE, VO_2/kg , METs e FC de homens e mulheres devem ser realizados, visando reduzir as inconsistências encontradas na literatura.

Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

Fontes de financiamento

Este estudo foi financiado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Krug MM, Barbosa AR; **Obtenção de dados:** Krug MM; **Análise estatística:** Krug MM; **Redação do manuscrito:** Krug MM, Barbosa AR; **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Krug MM, Barbosa AR.

Referências

1. Peng W, Lin, J, Crouse J. Is playing exergames really exercising? A meta-analysis of energy expenditure in active video games. *Cyberpsychol Behav Soc Netw* 2011;14(11):681-9. doi: 10.1089/cyber.2010.0578

2. Coser FS, Giacomoni CH. As relações entre o uso de jogos eletrônicos, personalidade e bem-estar de jogadores. *Avaliação Psicológica* 2019;18(4):382-91. <http://doi.org/10.15689/ap.2019.1804.18566.06>
3. Allen JJ, Anderson C. A. Satisfaction and frustration of basic psychological needs in the real world and in video games predict internet gaming disorder scores and well-being. *Comput Hum Behav* 2018;84:220-9. doi: 10.1016/j.chb.2018.02.034
4. Brito-Gomes JL, Vancea DMM, Moreira SR, Araújo DC, Cunha Costa, M. Exercícios físicos em tempo de tela ativo: exergames podem ser uma ferramenta no controle da saúde de diabéticos tipo 1 e 2? *Saúde e Desenvolvimento Humano* 2020;8(2). doi: 10.18316/sdh.v8i2.6039
5. Viana RB, Lira CAB. Exergames: o novo testamento para a prática de exercício físico. *Práxia – Revista Online de Educação Física da UEPG* 2020;2(2020002):1-20. doi: 10.46878/praxia.v2i0.10593.
6. Graves LEF, Ridgers ND, Williams K, Stratto G, Atkinson G, Cable NT. The physiological cost and enjoyment of Wii Fit in adolescents, young adults, and older adults. *J Phys Act Health* 2010;7(3):393-401. doi: doi.org/10.1123/jpah.7.3.393
7. Krause KKG, Hounsell MS, Gasparini I. Um modelo para inter-relação entre funções executivas e elementos de jogos digitais. *RBIE* 2020;28:596-625. doi: 10.5753/RBIE.2020.28.0.596
8. Neves LES, Cerávolo MPDS, Silva E, Freitas WZ, Silva FF, Higino WP, et al. Cardiovascular effects of Zumba® performed in a virtual environment using XBOX Kinect. *J Phys Ther Sci* 2015;27(9):2863-5. doi: 10.1589/jpts.27.2863
9. Siegel SR, Haddock BL, Dubois AM, Wikim LD. Active video/arcade games (exergaming) and energy expenditure in college students. In *J Exerc Sci [Internet]* 2009;2(3):165-74. [cited 2020 Jun 20]. Available from : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2856349/>
10. Çakır-Atabek H, Aygün C, Dokumaci B. Active video games versus traditional exercises: energy expenditure and blood lactate responses. *Res Q Exerc Sport* 2020;91(2):188-96. doi: 10.1080/02701367.2019.1653431
11. Viana RB, Vancini RL, Vieira CA, Gentil P, Campos MH, Andrade MS, et al. Profiling exercise intensity during the exergame Hollywood Workout on XBOX 360 Kinect®. *Peer J* 2018;6:e5574. doi: 10.7717/peerj.5574
12. Ogawa E, Haikun H, Lap-Fai Y, Tongjian Y. Physiological responses and enjoyment of Kinect-based exergames in older adults at risk for falls: a feasibility study. *Technol Health Care* 2019;27(4):353-62. doi: 10.3233/THC-191634
13. Ferreira AR, Francisco DJ. Exergames em contextos educacionais: o que se tem produzido nos programas de pós-graduação stricto sensu do Brasil? *Temática [Internet]* 2020;8:336-56. [cited 2020 Jun 20]. Available from: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/staes/article/view/8216>
14. Paula SD, Griebeler KC, Bez MR, Rocha CFKD. Efeitos dos exergames no controle de tronco de pacientes paraplégicos. *Fisioter Mov* 2020;33(003336). doi: 10.1590/1980-5918.033.a036
15. Hurkmans HL, Ribbers GM, Streur-Kranenburg MF, Stam HJ, Van Den Berg-Emons R. Energy expenditure in chronic stroke patients playing Wii Sports: a pilot study. *J Neuroeng Rehabil* 2011;8(1):1-7. doi: 10.1186/1743-0003-8-38
16. Hondori HM, Khademi M. A review on technical and clinical impact of Microsoft Kinect on physical therapy and rehabilitation. *J Med Eng* 2014;(846514):1-16. doi: 10.1155/2014/846514
17. Miyachi M, Yamamoto K, Ohkawara K, Tanaka S. METs in adults while playing active video games: a metabolic chamber study. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(6):1149-53. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181c51c78.
18. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr* 2000;72(3):796-803. doi: 10.1093/ajcn/72.3.796
19. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett Junior DR, Tudor-Locke C, et al. Compendium of physical activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(8):1575-81. doi: 0195-9131/00/3209-0498/0
20. Karvonen MJ, Kentala EY, Mustala O. The effects of training on heart rate. *Ann Med Exp Biol Fenn [Internet]* 1957;307-15. [cited 2020 Jun 20]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13470504/>
21. Noah JA, Spierer DK, Tachibana A, Bronner S. Energy expenditure with a dance exergame. *J Exerc Physiol Online [Internet]* 2011;14(4):13-28. [cited 2020 Jun 20]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/235725403_Vigorous_Energy_Expenditure_with_a_Dance_Exer-game
22. O'Donovan C, Hussey J. Active video games as a form of exercise and the effect of gaming experience: a preliminary study in healthy young adults. *Physiother* 2012;98(3):205-10. doi: 10.1016/j.physio.2012.05.001
23. Church T. Exercise in obesity, metabolic syndrome, and diabetes. *Progress Cardiovasc Dis* 2011;53(6):412-18. doi: 10.1016/j.pcad.2011.03.013
24. Lyons RJ, Tate DF, Wrad DS, Bowling JM, Ribisl KM, Kalyararaman S. Energy expenditure and enjoyment during video game play: differences by game type. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(10):1987-93. doi: 10.1249/MSS.0b013e318216ebf3
25. Slosar L. The potential of active video games (AVG) to improve motor efficiency. *Revijaza Elementarno zobrazevanje [Internet]* 2016;9(1/2):197-211. [cited 2020 Jun 20]. Available from: http://rei.pef.um.si/images/Izdaje_revijske/2016/1-2/REI_9_1-2_cl_15.pdf
26. Bara CL, Alves DL, Ruy-Barbosa MA, Palumbo DDP, Sotomaior BB, da Silva L, et al. Cambios en la capacidad cardiorrespiratoria de mujeres y hombres de diferentes grupos etarios-ciencias del ejercicio. *Revista de Educación Física [Internet]* 2019;1(1). [cited 2020 Jun 20]. Available from: <https://revistadeeducacionfisica.com/articulo/cambios-en-la-capacidad-cardiorrespiratoria-de-mujeres-y-hombres-de-diferentes-grupos-etarios-2513-sa-w5c-951fde03>

27. Falcade AC, Baroncini LAV, Hanna EDA, Leitão MB, Schumann DR, Negreiros Nanni F, et al. Análise do consumo de oxigênio, da frequência cardíaca e equivalente metabólico obtidos através de um videogame ativo. *Revista Inspirar* 2013;5(6):20-4.
28. Tappy L, Binnert C, Schneiter P. Energy expenditure, physical activity and body-weight control. *Proc Nutr Soc* 2003;62:3:663-6. doi: 10.1079/PNS2003280
29. Petrocelli F, Coutinho R, Aiello LP, Lima M, Beck G, Castro V, et al. Aptidão cardiorrespiratória a partir do VO₂máx dos estudantes de educação física de uma universidade de Petrópolis. *Inter J Phys Educ* 2020;2(1):1-8. [cited 2020 Jul 20]. Available from : <http://www.ijpe.periodikos.com.br/article/5e4451380e8825240d24480d/pdf/ijpe-2-1-e20200002.pdf>
30. O'Donovan, Hirsch E, Holohan E, McBride I, McManus R, Hussey J. Energy expended playing Xbox Kinect TM and Wii TM games: a preliminary study comparing single and multiplayer modes. *Physiother* 2012;98(9):224-9. doi: 10.1016/j.physio.2012.05.010
31. Taylor, LM, Maddison R, Pfaeffli LA, Rawstorn JC, Gant N, Kerse NM. Activity and energy expenditure in older people playing active video games. *Arch Physical Med Rehabil* 2012;93:2281-86. doi: 10.1016/j.apmr.2012.03.034
32. O'Donovan C, Roche EF, Hussey J. The energy cost of playing active video games in children with obesity and children of a healthy weight. *Int J Pediatr Obes* 2013;9(4):310-17. doi: 10.1111/j.2047-6310.2013.00172.x
33. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health readapted recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 2007;116:1081-93. doi: 10.1249/mss.0b013e3180616b27
34. Araújo WS, Sacramento MDS, Lacerda LGL, Araujo JS, Ladeia AMT, Petto J. Exercício cíclico na saúde cardiovascular da mulher: uma análise pela variabilidade da frequência cardíaca. *Fisioter Bras* 2019;20(6):798-808. doi: 10.33233/fb.v20i6.2738
35. Sant'Ana LO, Scartoni FR, Portilho LF, Scudese E, Oliveira CQ, Senna GW. Comparison of cardiovascular variables in active elderly in different physical modalities. *Rev Bras Fisiol Exerc* 2019; 18(4):186-94. doi: 10.33233/rbfe.v18i4.3232
36. Brito-Gomes JL, Perrier-Melo RJ, Oliveira S., Costa M. Exergames podem ser uma ferramenta para acréscimo de atividade física e melhora do condicionamento físico? *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 2015;20(3):332-242. doi: 10.18316/sdh.v8i2.6039
37. Maddison R, Mhurchu CN, Jull A, Jiang Y, Prapavessis H, Rodgres A. Energy expended playing video console games: an opportunity to increase children's physical activity? *Pediatr Exerc Sci* 2007;19(3):334-437. doi: doi.org/10.1123/pes.19.3.334
38. Graves LE, Ridgers ND, Stratton G. The contribution of upper limb and total body movement to adolescents' energy expenditure whilst playing Nintendo Wii. *Eur J Appl Physiol* 2008;104:617-23. doi: 10.1007/s00421-008-0813-8.
39. Lanningham-Foster L, Foster RC, McCrady SK, Jenses TB, Mitre N, Levine JA. Activity-promoting video games and increased energy expenditure. *J Pediatric* 2009;154(6):819-23. doi: 10.1016/j.jpeds.2009.01.009