

# Respostas cardiovasculares agudas em ambiente virtualmente simulado pelo Nintendo Wii

## *Acute cardiovascular responses in a virtual environment simulated by Nintendo Wii*

Renato Aparecido de Souza<sup>1</sup>  
Lucas Gonçalves da Cruz<sup>1</sup>  
Priscila Silva de Carvalho<sup>1</sup>  
Fabiano Fernandes da Silva<sup>1</sup>  
Wellington Roberto Gomes de Carvalho<sup>2</sup>

**Resumo** – Recentemente, tem sido verificada a utilização do Nintendo *Wii* no contexto da saúde. O objetivo do presente estudo foi analisar as respostas cardiovasculares agudas monitoradas por meio do comportamento da frequência cardíaca, pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica e duplo produto, em ambiente virtualmente simulado pelo console Nintendo *Wii*. A amostra foi composta por 18 universitários saudáveis, com média de idade de  $22,07 \pm 1,34$  anos. As variáveis foram observadas com uso de deltas (valor final - inicial) após 25 arremessos de basquetebol em duas situações experimentais: (I) com o voluntário sentado e, (II) com o voluntário saltando verticalmente. Os resultados sugerem que a prática de atividade física em ambiente virtual emulado pelo Nintendo *Wii* é capaz de alterar as respostas cardiovasculares agudas, especialmente, quando realizada em associação a saltos verticais. Assim, os resultados sustentam a viabilidade do uso do Nintendo *Wii* em programas de treinamento e favorecem sua indicação de forma mais segura.

**Palavras-chave:** Basquetebol; Frequência cardíaca; Pressão arterial.

**Abstract** – *It has recently been verified using the Nintendo Wii in the health context. The aim of this study was to analyze the acute cardiovascular responses monitored by the behavior of heart rate, systolic blood pressure, diastolic blood pressure and double product in an environment virtually simulated by Nintendo Wii. The sample was consisted of 18 health college students with mean age  $22.07 \pm 1.34$  years. The variables were observed with use of delta analysis (post value - prior value) after 25 basketball shoots in two experimental situations: (I) seating and (II) jumping vertically. The results suggest the physical activity in a virtual environment emulated by Nintendo Wii is able to change the acute cardiovascular responses, mainly when performed in association with vertical jumps. Thus, the results support the feasibility use of the Nintendo Wii in training programs and favor its indication more securely.*

**Key words:** Arterial blood pressure; Basketball; Heart rate.

1 Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais. Curso de Educação Física. Grupo de Estudos e Pesquisa em Ciências da Saúde. Campus Muzambinho, MG, Brasil.

2 Universidade Federal do Maranhão. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Departamento de Educação Física. São Luís, MA, Brasil

Recebido em 28/03/12  
Revisado em 10/07/12  
Aprovado em 19/08/12



Licença  
Creative Commom

## INTRODUÇÃO

A Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia computacional caracterizada por integrar graus variados de imersão, interação e envolvimento do usuário ao utilizar dispositivos multissensoriais, a partir de um ambiente tridimensional sintético criado em tempo real por computador<sup>1</sup>. A partir dessa interface, o ambiente virtual pode ser manipulado com a associação de comportamentos e reações do usuário, os quais promovem inúmeras aplicações na área da saúde, tais como: treinamentos cirúrgicos, imageologia médica, biossimulação, biomecânica, ensino, visualização com realidade aumentada, reabilitação e ampliação de comunicação em pessoas portadoras de necessidades especiais<sup>2</sup>.

Recentemente, uma nova classe de vídeo games denominada *exergames* (EXG) tem utilizado a RV para proporcionar ao usuário à possibilidade de emulação perceptiva e de atuação com potencial para o desenvolvimento de habilidades sensoriais e motoras<sup>3</sup>. Nesse sentido, pesquisas têm utilizado os jogos virtuais interativos do console Nintendo Wii, o mais popular EXG do mundo, para verificar suas implicações em processos de reabilitação e treinamento neuromuscular<sup>4-6</sup> bem como o impacto da RV sobre parâmetros fisiológicos, especialmente relacionados com o dispêndio energético<sup>7-9</sup>.

Até o presente momento ainda são escassas descrições científicas acerca das respostas cardiovasculares agudas durante o esforço físico imposto por esse EXG. A premissa de se estudar esse fenômeno é justificada pelo fato de que o entendimento acerca das respostas cardiovasculares durante o esforço físico é fundamental para a elaboração de estratégias e obtenção de parâmetros que permitem ajustar o treinamento, bem como a segurança do praticante, especialmente quando suas condições clínicas implicam maiores riscos<sup>10</sup>. Ademais, a RV age como promotora dos conteúdos da prática de atividade física, permitindo novas possibilidades de sistematização do exercício e do movimento.

Embora as respostas cardiovasculares agudas ainda não tenham sido efetivamente descritas com o uso do Nintendo Wii, tem sido proposto que alguns jogos do Nintendo Wii poderiam facilitar o cumprimento das recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) no que diz respeito à melhoria e manutenção da aptidão cardiorrespiratória<sup>11,12</sup>. Miyachi et al.<sup>11</sup> avaliaram os equivalentes metabólicos (METs) de 12 voluntários adultos que realizaram, aproximadamente, 70 jogos dos softwares Wii Sports e Wii Fit Plus. Como resultado, observou-se que 67% das atividades foram classificadas como de baixa intensidade (< 3 METs), 33% das atividades foram classificadas como de moderada intensidade (3 – 6 METs) e nenhuma atividade foi considerada vigorosa (> 6 METs). Douris et al.<sup>12</sup> compararam as respostas fisiológicas e psicológicas de 21 universitários, saudáveis e sedentários, com média de idade de 23,2 ± 1,8 anos, após serem submetidos a 30 minutos de exercício do tipo caminhada rápida na esteira *versus* 30 minutos do jogo Nintendo Wii Fit modalidade *Free Run*. Em relação às respostas fisiológicas, foram avaliadas as seguintes

variáveis: frequência cardíaca (FC), duplo produto (DP), taxa respiratória e percepção subjetiva de esforço. Embora a intensidade do exercício tenha sido considerada moderada nas duas situações experimentais, todas as variáveis analisadas apresentaram valores significativamente superiores quando realizado o exercício virtual.

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi analisar as respostas cardiovasculares agudas monitoradas por meio do comportamento da FC, pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e DP, em jovens universitários de 20 a 24 anos a partir do arremesso de basquete em ambiente virtualmente simulado pelo console Nintendo Wii nas seguintes situações experimentais: (I) com o voluntário sentado, posição tradicionalmente adotada por usuários de vídeo games e (II) com o voluntário saltando verticalmente. Foi hipotetizado que o exercício físico em RV induziria modificações em todas as variáveis estudadas, especialmente, quando realizado os arremessos associados com os saltos verticais. Com os resultados obtidos no presente estudo, será possível comparar a intensidade do exercício virtual com as recomendações para a prática de atividade física com intuito de verificar quais devem ser os ajustes necessários para a promoção de saúde com o jogo virtual estudado.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### Tipo de estudo e amostra

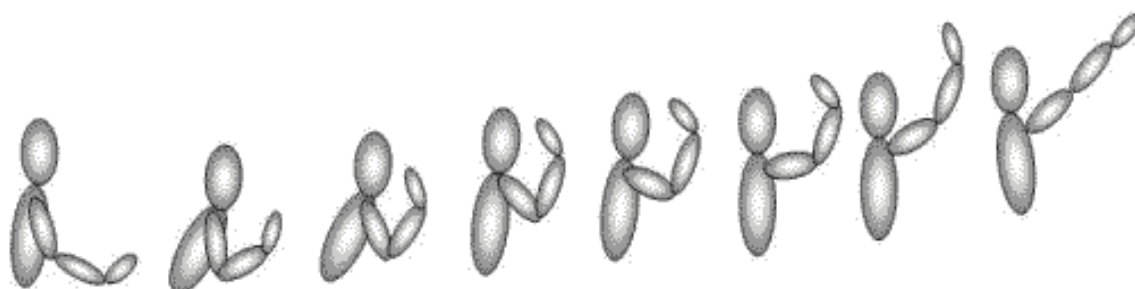
Trata-se de um estudo descritivo transversal, do tipo *self paring*, cuja amostra de conveniência foi composta por 18 universitários saudáveis, considerados ativos pelo Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)<sup>13</sup>, normotensos, de ambos os sexos, sendo nove homens e nove mulheres, com média de idade de  $22,07 \pm 1,34$  anos e índice de massa corporal (IMC) de  $21 \pm 5$  kg/cm<sup>2</sup>. Todos os procedimentos experimentais adotados atendiam os preceitos da Lei 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, a qual estabelece as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), Protocolo nº 029/2011).

Foram adotados como critérios de inclusão: (a) apresentar Questionário de Pronto-diário para a Atividade Física (PAR-Q)<sup>14</sup> negativo; (b) ser classificado como moderadamente ativo ou ativo segundo o IPAQ; (c) não consumir bebidas alcoólicas, cafeína, ergogênicos e tabaco nos três dias que antecediam a coleta de dados; (d) não ter praticado exercícios vigorosos 24 horas antes da coleta; (e) estar devidamente hidratado; (f) ter dormido de 6 a 8 horas no dia precedente a coleta e (g) não ter nenhuma experiência prévia com jogos virtuais do Nintendo Wii. Com relação ao item “e”, todos os voluntários foram instruídos a consumir aproximadamente 500 a 600 ml de água duas a três horas antes do teste. A checagem dos critérios de inclusão “c”, “d”, “e”, “f” e “g” foi realizada com questionamento verbal respondido pelos voluntários no dia da avaliação.

## Protocolo de coleta

Todos os voluntários foram avaliados no Laboratório para Atividade Física em Ambiente Virtual (LFAV, IFSULDEMINAS – *Campus* Muzambinho, Minas Gerais, Brasil) em único dia e individualmente.

As respostas cardiovasculares agudas (FC, PAS, PAD e DP) foram observadas antes e após 25 arremessos de basquetebol em duas situações experimentais sequenciais e intervaladas por 10 minutos: (I) com o voluntário sentado em um banco sem encosto para coluna, executando os arremessos e, (II) com o voluntário executando os arremessos, saltando verticalmente. Em ambos os testes, o comportamento motor dos arremessos foi emulado em ambiente virtual com a utilização do jogo de basquetebol do software *Wii Sports Resort* da Nintendo. Para as execuções das tarefas, utilizou-se a instrução visual fornecida pelo próprio software, associada às instruções verbais fornecidas por um único pesquisador sobre a técnica de execução do arremesso de “lance livre” durante as duas situações experimentais. A figura 1 ilustra o comportamento cinemático do tronco e membro superiores esperado para a execução dos arremessos. Para a situação experimental II, o voluntário associava essa sequência de tronco e membro superior com o salto vertical em uma área demarcada no piso do laboratório para evitar deslocamentos no plano ântero-posterior e látero-lateral maior que 15 cm. Em ambas as situações experimentais, caso o voluntário apresentasse um comportamento motor visualmente anômalo, toda a sequência de arremessos seria anulada e nova tentativa seria dada 48 horas depois.



**Figura 1.** Comportamento esperado do arremesso.

Para a rotina experimental, adotaram-se os seguintes procedimentos: inicialmente, os voluntários permaneceram sentados por 10 minutos e a menor FC deste período foi considerada como FC inicial para a situação experimental I. Em seguida, foram aferidas a PAS e a PAD inicial. Nesse momento, aproveitando a postura sentado do voluntário, iniciou-se a tarefa. Após a execução dos 25 arremessos na posição sentado, foram aferidas, por fim, a FC, PAS e PAD. Após 10 minutos de recuperação na posição sentado, as variáveis cardiovasculares foram similarmente obtidas para o início da situação experimental II, na qual os voluntários realizavam 25 arremessos associados com salto vertical. Novamente, ao final da tarefa 2, foram tomados os valores finais de FC, PAS e PAD. Em ambas as tarefas, a execução dos 25 arremessos aconteceu em 60 segundos de forma sincronizada com o *feedback* visual e sonoro do próprio jogo de basquetebol, sendo que cada arremesso teve um tempo aproximado de 2,4 segundos.

A FC foi monitorada com uso de um frequencímetro (Polar, modelo RS800CX). A medida da PA foi realizada pelo método auscultatório conforme recomendações da American Heart Association<sup>15</sup>, utilizando-se um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (Oxigel) e um estetoscópio (Bic-Eternity). O DP foi obtido nas situações iniciais e finais de cada teste a partir do produto da FC pela PAS, o qual se correlaciona com o consumo de oxigênio do miocárdio<sup>16</sup>.

### Ambiente virtual

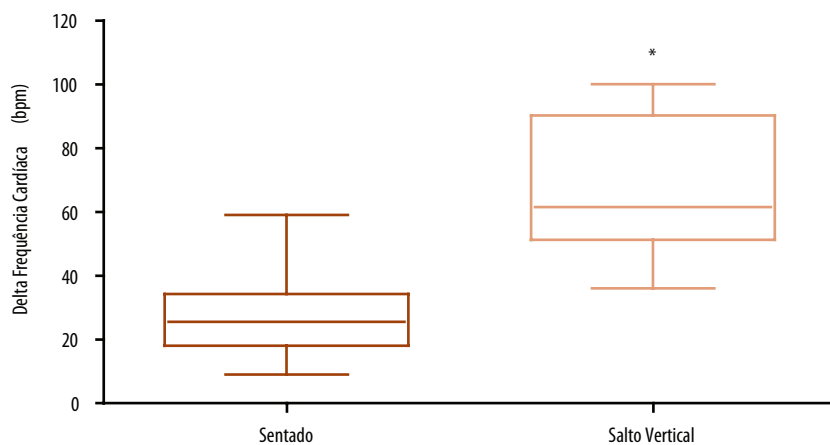
O ambiente virtual foi simulado pelo console doméstico Nintendo Wii. Os dispositivos de entrada que permitem o processo de interação usuário-Wii são os controles *Wii Remote*, o qual é dotado de um acelerômetro capaz de detectar movimentos em três dimensões e se comunica via *wireless* (*Bluetooth*) com o *Sensor Bar*; este último, responsável por detectar e transmitir para o console os sinais infravermelhos gerados pelo *Wii Remote*. No presente estudo, foi utilizado o acessório *Wii Motion Plus adaptado ao Wii Remote*. Com o uso desse acessório, os movimentos são reproduzidos com maior precisão, em tempo real (1:1) e com reprodução fiel dos movimentos do jogador na tela de projeção do ambiente virtual<sup>17</sup>. Os estímulos visuais foram produzidos com o uso do projetor de multimídia (Epson, modelo Power Lite S5), com área de imagem projetada de 1,5 x 2,5 metros em parede branca. Os voluntários possuíam uma área física para a realização dos arremessos de 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 metros) e estavam à 1,5 metros posteriormente situados ao *Sensor Bar*.

### Análise estatística

Inicialmente, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade na distribuição das variáveis contínuas, sendo observada normalidade para todas as variáveis estudadas. O tratamento dos dados incluiu a utilização do teste t de Student pareado para amostras dependentes que foi aplicado aos valores médios dos deltas (situação final – situação inicial) para todas as variáveis relacionadas às respostas cardiovasculares agudas (FC, PAS, PAD e DP) em cada uma das situações experimentais. Adotou-se o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ) para rejeição da hipótese de nulidade. Todo o tratamento estatístico foi realizado no software SPSS versão 19.0.

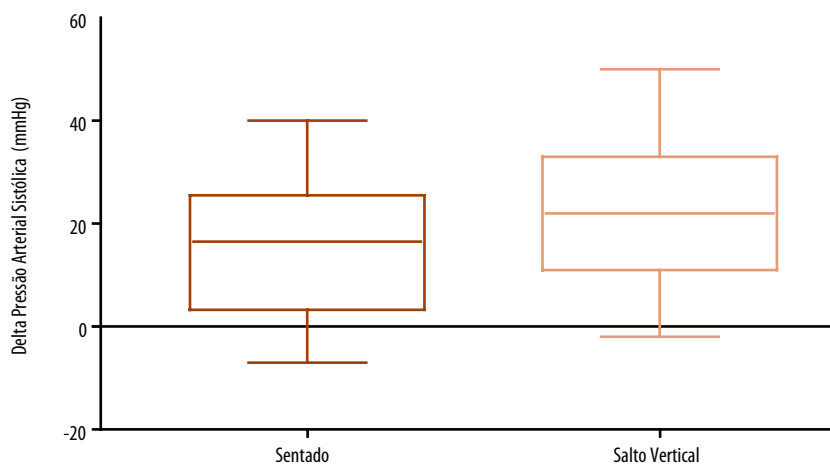
## RESULTADOS

São apresentados, na figura 2, os deltas médios da FC ( $FC_{\text{final}} - FC_{\text{inicial}}$ ) para as duas situações experimentais. Foi observado um incremento de 129% no delta da FC quando os voluntários realizavam a situação experimental de salto vertical comparado com a situação sentado ( $p=0,02$ ). Ao estimar a FC máxima ( $FC_{\text{máx}}$ ) pela equação  $220 - \text{idade}$ <sup>18</sup>, observou-se que os voluntários apresentaram valor médio de 51,62% da  $FC_{\text{máx}}$  quando realizavam os arremessos sentados, enquanto que, durante os arremessos associados ao salto vertical, o valor médio foi de 75,34% da  $FC_{\text{máx}}$ .



**Figura 2.** Delta médio da Frequência Cardíaca (bpm) para as duas situações experimentais (sentado e salto vertical) (n=18). \* indica  $p < 0,05$  quando comparado com a situação sentado.

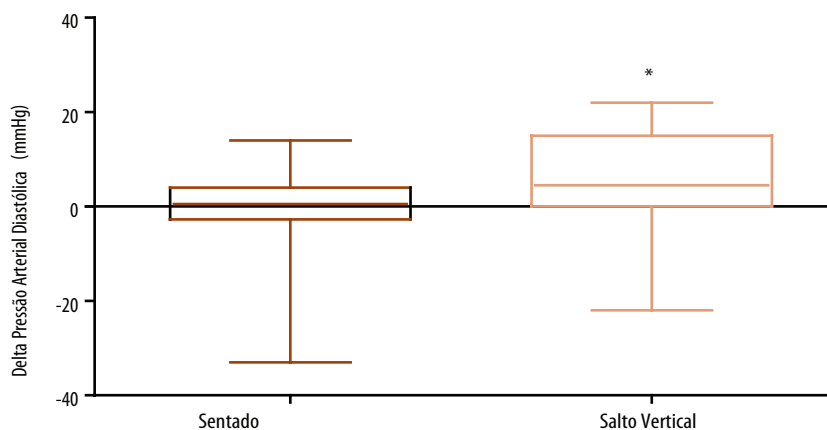
A figura 3 representa os deltas médios da PAS ( $PAS_{final} - PAS_{inicial}$ ) para as duas situações experimentais. Embora não significativamente diferente ( $p=0,18$ ), o delta médio da PAS na situação experimental de salto vertical foi 37% superior ao delta médio da PAS observado na situação experimental sentado.



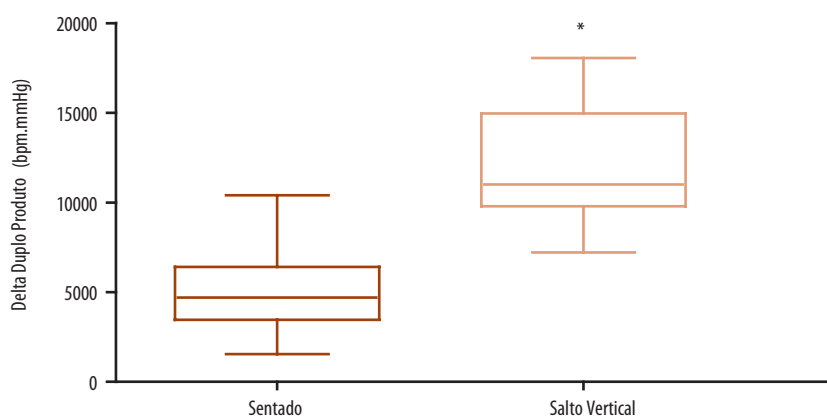
**Figura 3.** Delta médio da Pressão Arterial Sistólica (mmHg) para as duas situações experimentais (sentado e salto vertical) (n=18).

Os deltas médios da PAD ( $PAD_{final} - PAD_{inicial}$ ) para as duas situações experimentais são apresentados na Figura 4. Enquanto na situação sentado o delta médio da PAD foi igual a zero, o delta médio da PAD em salto vertical foi 5 mmHg. Esses valores se mostraram estatisticamente diferentes ( $p=0,0052$ ).

A figura 5 representa os deltas médios do DP ( $DP_{final} - DP_{inicial}$ ) para as duas situações experimentais. Foi observado um incremento de 139% no delta do DP quando os voluntários realizavam a situação experimental de salto vertical comparado com a situação sentado ( $p=0.001$ ).



**Figura 4.** Delta médio da Pressão Arterial Diastólica (mmHg) para as duas situações experimentais (sentado e salto vertical) (n=18). \* indica  $p < 0,05$  quando comparado com a situação sentado.



**Figura 5.** Delta médio do Duplo Produto (bpm.mmHg) para as duas situações experimentais (sentado e salto vertical) (n=18). \* indica  $p < 0,05$  quando comparado com a situação sentado.

## DISCUSSÃO

Nos dias atuais, inúmeros problemas de saúde estão relacionados com o sedentarismo. Embora os mecanismos exatos responsáveis pelos benefícios da prática regular da atividade física sejam ainda desconhecidos, existe uma vasta literatura que suporta a recomendação do movimento corporal para melhoria das condições de saúde humana<sup>20-22</sup>. Dessa forma, toda ferramenta que se propõe melhorar o nível de atividade física da população, especialmente, em ambientes sociais de recreação e atividades domiciliares, deve ser investigada, de forma que seu uso seja estimulado a partir de evidências científicas. Inserido nessa perspectiva, o propósito do presente estudo foi verificar as respostas cardiovasculares agudas (FC, PAS, PAD e DP) durante uma sequência de 25 arremessos do jogo de basquetebol do software Wii Sports Resort da Nintendo, o qual possui uma tecnologia em potencial para o favorecimento de práticas corporais, a RV<sup>3</sup>.

A RV permite a criação de ambientes sintéticos e divertidos para o desenvolvimento de inúmeras habilidades sensório-motoras a partir de tarefas estimulantes que aumentam o interesse e a motivação dos usuários pela atividade física<sup>22</sup>. Contudo, o custo para a criação e manutenção

de laboratórios ou ambientes que utilizam essa tecnologia ainda é muito elevado, tornando discutível esse tipo de abordagem para a promoção de saúde da população em geral. Por outro lado, tem sido verificada a viabilidade de uso e sucesso terapêutico dos EXG, especialmente, o Nintendo Wii, o qual possui tecnologias de rastreamento e atuação, oferecendo um modo simples e de baixo custo da RV<sup>5,23</sup>.

O monitoramento cardiovascular é fundamental para o melhor entendimento das demandas fisiológicas impostas por um determinado esforço físico<sup>24</sup>. A partir do esclarecimento da demanda cardiovascular, é possível a elaboração de estratégias e obtenção de parâmetros que permitam ajustar o treinamento, especialmente, para indivíduos com maior risco cardiovascular<sup>10</sup>. No presente estudo, observou-se que durante os arremessos associados ao salto vertical, as variáveis FC, PAD e DP apresentaram valores significativamente maiores quando comparados com aqueles obtidos quando os voluntários realizavam os arremessos sentados. Especialmente em relação à FC e DP, tal comportamento já era esperado, visto que, os arremessos associados ao salto vertical impõem maior recrutamento muscular e incremento da atividade do sistema nervoso simpático, o qual, ao intensificar a liberação de catecolaminas, promove: (a) aumento da FC e volume sistólico e, conseqüentemente, (b) aumento do débito cardíaco que eleva a demanda e extração de oxigênio pelo miocárdio, incrementando o DP<sup>25</sup>. Além disso, ainda que as diferenças da PAS entre as formas de execução não tenham sido consideradas estatísticas, foi observado que, na situação experimental de salto vertical, houve certa tendência de os valores serem maiores que os obtidos na situação experimental sentado.

É importante destacar que os valores obtidos da pressão arterial pelo método auscultatório tende a subestimar os valores absolutos da PA durante os exercícios, principalmente, naqueles de característica submáxima<sup>26</sup>. Contudo, considerando que a provável subestimação ocorreu de forma sistemática, os resultados da PAS e PAD do presente estudo não devem ser inviabilizados, e sim, tomados com essa ressalva. Dessa forma, ao analisar a generalidade dos resultados, verifica-se, tal como inicialmente hipotetizado, que a atividade física em RV induz modificações agudas em variáveis cardiovasculares, especialmente quando associado maior dinamismo ao uso do Wii remote, neste caso, os saltos verticais.

A atividade física com intuito de promoção de saúde deve ser realizada conforme recomendações específicas de duração, frequência e intensidade moderada<sup>27</sup>. Usualmente, o ACSM categoriza a intensidade moderada utilizando parâmetros relacionados ao consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), equivalentes metabólicos (METS), dispêndio energético e FC, sendo esse último considerado a maneira mais prática, especialmente quando se leva em consideração os aspectos de confiabilidade, segurança e custo<sup>28,29</sup>.

No presente estudo, foi adotada a previsão da  $FC_{máx}$  a partir da equação  $FC_{máx} = 220 - idade$  para verificar a intensidade do exercício virtual<sup>18</sup>. Apesar de os indivíduos com uma idade específica possuírem valores variáveis da  $FC_{máx}$ , a inexatidão que resulta da variação individual ( $\pm 10$  bpm de desvio-



-padrão para qualquer  $FC_{máx}$  prevista para a idade) exerce pouca influência no estabelecimento do treinamento para as pessoas sadias<sup>18</sup>. Foi observado valores de 51,62% da  $FC_{máx}$  (durante os arremessos sentados) e 75,34% da  $FC_{máx}$  (durante os arremessos associados ao salto vertical). Tais resultados indicam que essas situações experimentais atingiram valores percentuais de atividade física considerada leve e moderada, respectivamente.

Considerou-se que os exercícios realizados foram de intensidade leve e moderada, e dessa forma foi observada a viabilidade do jogo de basquete do Nintendo Wii, quanto à possibilidade de melhorar e manter a aptidão cardiorrespiratória, indo de encontro com as diretrizes do ACSM. Em um estudo semelhante, Guderian et al.<sup>30</sup> avaliaram as respostas cardiovasculares e metabólicas dos jogos do software Wii Fit em adultos de média idade e idosos para determinar se os jogos virtuais atingiriam as recomendações do ACSM para promoção de saúde. Os resultados mostraram que a intensidade média dos exercícios foi de  $43,4 \pm 16,7\%$  da FC de reserva, com METs de  $3,5 \pm 0,96$  e gasto energético de  $116,2 \pm 40,9$  kcal/sessão, indicando que os jogos virtuais devem ser considerados como uma ferramenta alternativa para melhora da aptidão física relacionada à saúde. Tal possibilidade também tem sido verificada em outros estudos relacionados à interpretação da demanda fisiológica promovida pelos jogos do Nintendo Wii<sup>11,12</sup>. Contudo, é importante destacar que a atividade virtual isoladamente não deve substituir um programa de treino orientado. Adicionalmente, os jogos virtuais devem ser encarados como uma ferramenta auxiliar para reduzir a monotonia, aumentar o entretenimento e adesão à prática de atividade física sempre com a orientação de um profissional.

Para finalizar, alguns fatores limitantes podem ser citados no presente estudo, como a falta de análises mais robustas em relação ao número de participantes (cálculo amostral), e monitoramento fisiológicos mais sensíveis, como consumo de oxigênio e gasto energético. No entanto, a contribuição para o estado da arte e, sobretudo, a inicial compreensão das respostas agudas cardiovasculares com o uso do Nintendo Wii para a prática corporal, supera suas limitações, permitindo, inclusive, sugerir perspectivas de estudos que investiguem outros jogos, observando as respostas cardiovasculares crônicas e avaliando indivíduos sedentários ou portadores de doenças.

## CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo sugerem que a prática de atividade física em ambiente virtual emulado pelo Nintendo Wii é capaz de alterar as respostas cardiovasculares agudas, especialmente quando realizada em associação a saltos verticais. Contudo, essas alterações não ultrapassam os valores de referência para a prescrição do exercício físico segundo o ACSM. Assim, os resultados sustentam a viabilidade do uso do Nintendo Wii em programas de treinamento e favorecem sua indicação com mais segurança. Assim, os resultados devem ser considerados como fonte inicial

para formulação de protocolos de treinamento sendo sugerido que novos estudos sejam conduzidos para melhor esclarecer o fenômeno.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro (APQ-02744-11) dado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pimentel K, Teixeira K. *Virtual Reality: Through the New Looking Glass*. Blue Ridge Summit, Pensilvânia: Windcrest/McGraw Hill; 1995.
2. Santos V, Hermosilla L. Realidade Virtual na Medicina. *Revista Científica Eletrônica de Sistemas de Informação* 2005;1(2):1-3.
3. Vaghetti CAO, Botelho SSC. Ambientes Virtuais de Aprendizagem na Educação Física: Uma revisão sobre a utilização de Exergames. *Ciências & Cognição* 2010;15(1):76-88.
4. Baumeister J, Reinecke K, Cordes M, Lerch C, Weiss MN. Brain activity in goal-directed movements in a real compared to a virtual environment using the Nintendo Wii. *Neurosci Lett* 2010; 481(1):47-50.
5. Saposnik G, Mamdani M, Bayley M, Thorpe KE, Hall J, Cohen LG, et al. Effectiveness of Virtual Reality Exercises in Stroke Rehabilitation (EVREST): Rationale, Design, and Protocol of a Pilot Randomized Clinical Trial Assessing the Wii Gaming System. *Int J Stroke* 2010; 5(1):47-51.
6. Yong JL, Soon YT, Xu D, Thia E, Pei FC, Kuah CW, et al. A feasibility study using interactive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke. *J Rehabil Med* 2010;42(5):437-41.
7. Bailey BW, Mcinnis K. Energy cost of exergaming: a comparison of the energy cost of 6 forms of exergaming. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2011;165(7):597-602.
8. Worley JR, Rogers SN, Kraemer RR. Metabolic responses to Wii Fit™ video games at different game levels. *J Strength Cond Res* 2011;25(3):689-93.
9. Graves LE, Ridgers ND, Williams K, Stratton 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.
10. Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, Estes NA, et al. Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 2007;115(17):2358-68.
11. 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.
12. Douris PC, McDonald B, Vespi F, Kelley NC, Herman L. Comparison between Nintendo Wii Fit aerobics and traditional aerobic exercise in sedentary young adults. *J Strength Cond Res* 2012;26(4):1052-7.
13. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de Validade e Reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 2001; 6(2):5-18.
14. Shephard RJ. PAR-Q, Canadian Home Fitness Test and exercise screening alternatives. *Sports Med* 1988; 5(3):185-95.
15. Pickering TG, Hall JE, Appel IJ, Falkner BE, Graves J, Hill MN, et al. Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals: Part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Hypertension* 2005;45(1):142-61.

16. White WB. Heart rate and the rate-pressure product as determinants of cardiovascular risk in patients with hypertension. *Am J Hypertens* 1999;12(2):50S-55S.
17. Nintendo. Wii Operations Manual. Wii System Play Guidelines. Nintendo of America Inc., Redmond, WA, USA.
18. Robergs RA, Landwehr, R. The surprising history of the “HRmax=220-age” equation. *J Exerc Physiol Online* 2002;5(2):1-10.
19. Kruk J. Physical activity in the prevention of the most frequent chronic diseases: an analysis of the recent evidence. *Asian Pac J Cancer Prev* 2007;8(3):325-38.
20. Warburton DE, Nicol, CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ* 2006;174( 6):801-9.
21. Bauman AE. Updating the evidence that physical activity is good for health: an epidemiological review 2000-2003. *J Sci Med Sport* 2004;7(1Suppl):6-19.
22. Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: review. *Cyberpsychol Behav* 2005;8(3):187-211.
23. Williams MA, Soiza RL, Jenkinson AM, Stewart A. Exercising with Computers in Later Life (EXCELL) - pilot and feasibility study of the acceptability of the Nintendo® WiiFit in community-dwelling fallers. *BMC Res Notes* 2010;3:238-25.
24. Murphy MH, Mcneilly AM, Murtagh EM. Session 1: Public health nutrition: Physical activity prescription for public health. *Proc Nutr Soc* 2010;69(1):178-84.
25. Secher NH, Volianitis S. Are the arms and legs in competition for cardiac output? *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(10):1797-803.
26. Polito MD, Farinatti PTV, Lira VA, Nóbrega ACL. Blood pressure assessment during resistance exercise: comparison between auscultation and Finapres. *Blood Press Mon* 2007;12(2):81-6.
27. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(8):1423-34.
28. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. 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;43(7):1334-59.
29. Marins JCB, Luiz A, Monteiro A, Jesus G. Validação do tempo de mensuração da frequência cardíaca após esforço submáximo a 50 e 80%. *Rev Bras Med Esporte* 1998;4(4):114-9.
30. Guderian B, Borreson IA, Sletten IE, Cable K, Stecker TP, Probst MA, et al. The cardiovascular and metabolic responses to Wii Fit video game playing in middle-aged and older adults. *J Sports Med Phys Fitness* 2010;50(4):436-42.

#### Endereço para correspondência

Renato Aparecido de Souza.  
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), Rua Dinah, 75.  
CEP: 37890-000 - Muzambinho, MG, Brasil.  
E-mail: tatosouza2004@yahoo.com.br