

ANÁLISE COMPARATIVA DO CONSUMO DE OXIGÊNIO E DA RESPOSTA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA ENTRE UMA CORRIDA EM ESTEIRA ERGOMÉTRICA E UMA CORRIDA SIMULADA COM EXERGAME

Comparative analysis of oxygen consumption and heart rate response between running on a treadmill and running with simulated exergame

Lara Guérios¹, Liz Andréa Villela Baroncini¹, Eloisa Dias Abboud Hanna², Ana Cristina Falcade¹, Marcelo Bichels Leitão², Márcia Olandoski¹, Dalton Bertolim Prêcoma¹

RESUMO

Evidências indicam que o sedentarismo é um dos fatores de risco para a ocorrência de enfermidades coronarianas, acidentes vasculares cerebrais e doenças arteriais periféricas. Estratégias que conciliem gasto energético e diversão podem ser uma alternativa importante no combate ao sedentarismo. Os jogos eletrônicos que demandam gasto energético têm apresentado respostas promissoras nessa área. O objetivo do presente estudo foi fazer uma análise comparativa do consumo de oxigênio (VO_2) e da resposta da frequência cardíaca (FC) entre uma corrida em esteira ergométrica e corrida simulada utilizando o exergame Nintendo® Wii Fit. Vinte e sete jovens saudáveis do sexo masculino, entre 20 e 30 anos, com média de $24,1 \pm 2,5$ anos, foram submetidos a uma corrida em esteira ergométrica e posteriormente a uma corrida estacionária no Wii Fit, no mesmo ritmo de passadas do atingido na esteira. Durante os 2 minutos finais, as duas formas de exercício foram consideradas comparáveis. O VO_2 na esteira foi de $30,3 \pm 2,7$ ml/Kg/min, enquanto na corrida no Wii-Fit® foi de $26,5 \pm 2,9$ ml/Kg/min, com $p=0,001$, mostrando diferença estatisticamente significativa. A FC na esteira foi de $161,3 \pm 16,0$ batimentos por minuto (bpm), enquanto na corrida com o Wii-Fit® foi de $159,5 \pm 17,4$ bpm com $p=0,455$, não havendo diferença estatística significativa. O VO_2 medido na corrida em esteira foi significativamente maior quando comparado aos valores obtidos na corrida com o Wii Fit, enquanto que a FC nas duas situações não mostrou esta diferença.

Palavras-chave: Jogo virtual, corrida virtual, Ergoespirometria, exergame.

ABSTRACT

Evidence suggests that a sedentary lifestyle is a risk factor for coronary artery disease, stroke, and peripheral arterial disease. Strategies that balance energy expenditure and fun can be an important alternative for combating the sedentary lifestyle. Electronic games that demand energy expenditure have shown promising responses in this area. The objective of the present study was to perform a comparative analysis of oxygen consumption (VO_2) and heart rate (HR) response between trotting on an ergometric treadmill and running at the same pace using a virtual static racing program (Wii Fit®). Twenty-seven healthy young male adults (24.1 ± 2.5 years) trotted on a treadmill and then ran in place at the same rate. During the final two minutes, the two forms of exercise were considered comparable. VO_2 was significantly higher ($p=0.001$) when the subjects were exercising on the treadmill, 30.3 ± 2.7 ml/kg/min, than during the Wii Fit® race, 26.5 ± 2.9 l/kg/min. The average HR of the subjects was not significantly different ($p=0.455$) on the treadmill, 161.3 ± 16.0 bpm, compared with during the Wii Fit® race, 159.5 ± 17.4 bpm. The VO_2 measured in treadmill running was significant higher when compared to the values obtained in the race with the Wii Fit, whereas the HR in both cases did not show this difference.

Keywords: virtual game, virtual jog, ergospirometry, exergame.

1 Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC/PR- Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
2 Clinico – Clínica Paranaense de Cardiologia

AUTOR CORRESPONDENTE:
Liz Andréa Villela Baroncini

End.: Rua Imaculada Conceição, 1155, Bloco CCBS, Prado Velho
CEP: 80215901, Curitiba – Paraná
Fone: 41-32712285
Fax: 41-32711657
Cel: 41-88245560
Email: lizandreabaroncini@hotmail.com

Recebido: 04/2014
Aceito: 06/2014

INTRODUÇÃO

No último século, assistiu-se a uma transformação sem precedentes no padrão de vida da sociedade. A mecanização, os avanços tecnológicos, a informatização e a presença cada vez mais frequente de dispositivos que poupam esforços físicos têm conduzido a diminuição progressiva de atividades físicas no trabalho, em casa e no lazer resultando em um estilo de vida próprio que associa em sua rotina estresse, fumo, sedentarismo e alimentação excessivamente calórica¹. Estes novos hábitos de vida possibilitaram o aparecimento de um conjunto de doenças de etiologia não específica que são relacionadas às condições de vida próprias desta nova sociedade. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, esta tendência de elevação dos fatores de risco tende a persistir, principalmente os ligados às doenças cardiovasculares, agravando ainda mais o quadro de morbidade e mortalidade elevada. Uma menor exposição a estes fatores, destacando-se o sedentarismo, é uma das principais ações de prevenção primária^{1,2,3}. Em nenhum momento histórico, como nos últimos anos, a prática de atividades físicas esteve tão presente na agenda de saúde pública e no debate acadêmico da área da saúde^{4,5}. Objetivando o combate às doenças relacionadas ao sedentarismo, a Associação Americana do Coração (American Heart Association, AHA) e a Nintendo® anunciaram uma aliança, dando ao jogo interativo de realidade virtual, Nintendo® Wii, o selo Heart Check concedido pela AHA. Os jogos de realidade virtual com transmissão de dados a distância (wireless), tem alta popularidade entre os jovens e se transformaram num novo recurso utilizado para terapias de reabilitação e atividade física⁶. Os jogos virtuais são projetados para serem divertidos e interativos, com partituras e diversos recursos motivacionais para incentivar o usuário a melhorar o seu desempenho. Dessa forma, os jogadores não mais necessitam permanecer sentados em frente aos computadores ou consoles de videogame limitado por um joystick com fio⁷. Essa possibilidade de mistura entre exercício físico com jogo é o grande diferencial dos chamados exergames (EXG), permitindo que a fascinação pelos jogos seja tão aproveitada quanto a prática do exercício físico⁸. Diante do exposto este trabalho tem como objetivo fazer uma análise comparativa do consumo de oxigênio e da resposta da frequência cardíaca entre uma corrida em esteira ergométrica e corrida simulada em adultos jovens do sexo masculino utilizando o exergame Nintendo® Wii Fit.

MATERIAIS E MÉTODOS

Sujeitos

Foram selecionados 27 (vinte e sete) indivíduos, do sexo masculino, estudantes do curso de medicina da PUC-PR, com idade variando entre 20 e 30 anos, saudáveis e não praticantes de atividade física. Foram excluídos os indivíduos que relatassem e/ou apresentassem sinais de alguma doença de base (alteração cardíaca, reumatológica ou ortopédica), tabagistas e portadores de alguma limitação física.

Instrumentos

Os participantes foram submetidos à anamnese e exame físico, incluindo medidas antropométricas de peso e altura.

A captação dos gases expirados foi feita através de máscaras de silicone (Hans Rudolph/Cortex Biophysik GmbH) com emprego de um analisador de gases (Cortex Metalyzer II) com medidas realizadas com câmara de mistura (mixing chamber), com intervalos de leitura de 10 (dez) segundos, sendo o analisador previamente calibrado. A aferição da frequência cardíaca (FC) foi realizada por um sistema computadorizado de eletrocardiograma. As informações coletadas foram processadas pelos Softwares ErgoPC Elite e Metasoft.

Procedimentos Experimentais

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Os indivíduos foram orientados a não ingerir bebidas alcoólicas até 12 horas antes do teste, permanecerem em jejum a partir de 2 horas antes do teste e não praticarem atividade física vigorosa até 48 horas antes do teste. Todos foram então orientados com relação ao funcionamento do EXG e da esteira e aos procedimentos aos quais seriam submetidos. Foram realizados os testes para a medida do consumo de oxigênio (VO_2 ml/kg/min) e FC durante doze (12) minutos de caminhada/corrida em esteira ergométrica e 12 minutos de corrida simulada utilizando o EXG Nintendo® Wii Fit. O teste foi composto de duas etapas, uma na esteira ergométrica e outra utilizando o EXG de corrida simulada Wii Fit da Nintendo®. Inicialmente os indivíduos foram submetidos a uma atividade física em esteira ergométrica a fim de identificar a velocidade na qual cada indivíduo começaria a correr. Este dado se mostrava particularmente de interesse, já que a atividade que simula corridas no Wii Fit se assemelha a uma corrida estacionária, com deslocamento vertical, porém sem deslocamento horizontal. O sensor do Wii mede apenas este componente de deslocamento vertical. Este sensor fica preso ao corpo do indivíduo neste tipo de atividade. Como a caminhada não possui um componente de deslocamento vertical, para uma adequada comparação entre as duas modalidades de exercício (esteira e Wii Fit), deveríamos ter cada indivíduo se deslocando tanto horizontal quanto verticalmente na esteira. Assim que os indivíduos avaliados iniciassem espontaneamente uma corrida na esteira, se procedia a contagem de passadas por minuto e se escolhia esta cadência de passadas como a que seria utilizada para a comparação de consumo de oxigênio e FC entre esteira e Wii-Fit. Com o indivíduo correndo na esteira, foi medido o VO_2 a FC e feita a contagem do número de passadas por minuto, individualmente. Após o término da primeira etapa iniciou-se a segunda etapa com os indivíduos posicionados em frente ao vídeo game Wii Fit, no modo corrida, com o sensor de movimento fixado à cintura, mantendo-se a mesma máscara de silicone e os mesmos eletrodos utilizados anteriormente. As duas fases de testes ocorreram no mesmo dia sendo que o intervalo entre o teste na esteira para o teste no Wii foi somente o tempo para posicionar o indivíduo em frente a imagem projetada na parede onde mostrava o trajeto virtual da corrida e fixar o controle remoto a cintura. Com o intuito de se obter um parâmetro comparativo entre as duas modalidades de exercício, utilizou-se um metrônomo digital que emitia estímulos sonoros no mesmo ritmo de passadas identificado na fase de corrida na esteira para marcar o ritmo da corrida no Wii. Além do estímulo auditivo do metrônomo, o pesquisador mantinha continuamente um estímulo verbal, corrigindo eventuais mudanças de cadência nas

passadas dos indivíduos avaliados. Cada participante realizou uma corrida simulada durante 12 minutos com o mesmo número de passadas por minuto contadas, na velocidade de corrida correspondente, obtida na esteira. Todos os participantes tiveram um ritmo de corrida inicial determinado ou a 7 ou a 8 km/h na esteira. Os valores de VO₂ e FC foram mensurados durante os 12 minutos na primeira e na segunda etapa. Desta forma, com a mesma cadência de passos impostas no Wii e na esteira durante o período de corrida, foi possível comparar os valores de VO₂ e FC para as duas condições de exercício. Para esta comparação, utilizou-se os 2 (dois) últimos minutos de corrida, nas duas fases de teste, período no qual os indivíduos avaliados se encontravam em estado de estabilidade de esforço (steady-state).

Análise Estatística

Os resultados obtidos no estudo foram expressos pelas médias e desvios padrões. Para a comparação dos resultados entre a corrida na esteira e no Wii em relação às variáveis quantitativas do estudo, considerou-se o teste t de Student para amostras pareadas. Valores de p<0,05 indicaram significância estatística.

RESULTADOS

Neste estudo participaram 27 (vinte e sete) indivíduos, do sexo masculino, com média de idade de 24,1+ 2,5 anos, média de peso de 78kg + 11,2kg, média de altura de 178,3 cm + 8,4 cm e índice de massa corporal (IMC) de 24,5 + 3,0. O resultado encontrado foi que o VO₂ (Tabela 1; Figura 1) na esteira foi de 30,3+2,7 ml/kg/min (8,6 MRTs), enquanto na corrida no Wii Fit foi de 26,5+2,9 ml/kg/min (7,4 METs), com p=0,001 e intervalo de confiança de 95%, mostrando diferença estatisticamente significativa na comparação entre as duas formas de exercício. Com relação à frequência cardíaca a comparação entre o esforço realizado na corrida virtual com o na esteira não mostrou resultados com diferença estatisticamente significantes (Tabela 1; Figura 2), sendo que a FC na esteira foi de 161,3 + 16,0 bpm, enquanto na corrida com o Wii foi de 159,5 + 17,4 bpm com p=0,455 e intervalo de confiança de 95%.

Tabela 1. Média e desvio padrão do VO₂ e da FC durante a corrida na esteira e no Wii

Variável	Forma	N	Média	Desvio Padrão	Intervalo de Confiança	Valor de p
VO ₂ (ml/Kg/min)	Esteira	27	30,3	2,7	(29,3 ; 31,4)	< 0,001
	Wii	27	26,5	2,9	(25,4 ; 27,7)	
FC (bpm)	Esteira	27	161,3	16,0	(154,9 ; 167,6)	0,455
	Wii	27	159,5	17,4	(152,6 ; 166,3)	

Figura 1. Medida do consumo de oxigênio (VO₂) durante a corrida na esteira e no Wii

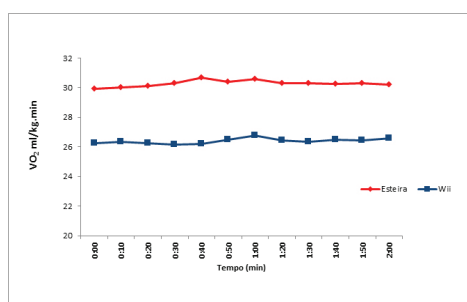
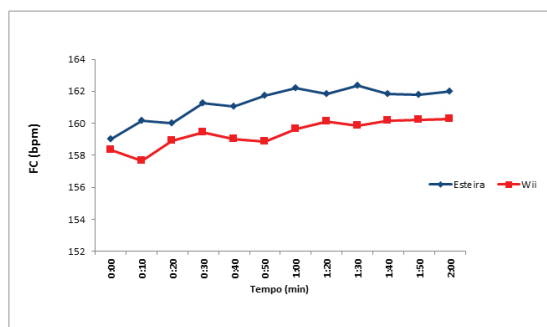


Figura 2. Variação da FC durante a corrida na esteira e no Wii



DISCUSSÃO

O objetivo principal do presente estudo foi avaliar o comportamento do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca durante uma corrida em esteira ergométrica e comparar essas mesmas variáveis numa corrida simulada em adultos jovens, saudáveis, do sexo masculino e não praticantes de atividade física regular, uma vez que percebeu-se a falta de estudos dos EXG em adultos jovens. Assim, teríamos um parâmetro que futuramente poderia ser utilizado para avaliar indivíduos mais idosos e com comorbidades. Na revisão da literatura pode-se constatar que até o presente momento existem diversas pesquisas que buscam investigar os benefícios dos EXG no combate ao sedentarismo, principalmente a relação dos mesmos com a obesidade infantil. Como exemplo pode-se citar a revisão de 34 artigos publicados no período entre 1998-2011, relacionando crianças, games e atividade física, buscando a relação dos EXG na promoção de um comportamento saudável⁹. Também no trabalho com crianças incentivadas a usar os EXG verificou-se o aumento da aptidão cardiorrespiratória e diminuição do IMC^{10,11}. Numa comparação entre as taxas de gasto energético e a FC em crianças que jogaram o EXG em relação à caminhada na esteira e o repouso pode-se concluir que o gasto energético com o EXG é comparável ao de uma caminhada de intensidade moderada¹². Porém, uma metanálise concluiu que ainda são poucos os estudos que apresentam uma metodologia adequada e que mostrem os benefícios dos EXG para as crianças a longo prazo⁷. Um dos poucos exemplos encontrados com grupos de adultos jovens e idosos envolveu a mensuração do gasto energético, FC e diminuição do IMC durante o uso do EXG^{8,13}. Os EXG já estão sendo utilizados de forma frequente na reabilitação neurológica e locomotora, não só como método motivacional, mas também como meio de proporcionar diversão e satisfação sendo uma ferramenta muito útil para alcançar um objetivo¹⁴. Hoje são oferecidos cursos de treinamento para utilização de EXG em clínicas de Fisioterapia e reabilitação, porém poucas pesquisas mostram seus reais benefícios nesta área. Sabe-se que a FC e o VO₂ aumentam de forma linear durante uma atividade e no presente estudo obteve-se uma diferença significativa no VO₂, na comparação entre as duas modalidades de exercício, porém esta diferença não se fez presente na comparação da FC, pois a FC é influenciada por outros fatores internos e externos, não somente pelo esforço físico. Especialmente fatores emocionais desencadeados pelo estímulo sonoro realizado pelos observadores no intuito de fazer com que os avaliados mantivessem o ritmo adequado de passadas podem ter influenciado a FC¹⁵ e eliminado uma eventual diferença como foi identificado no VO₂.

Jogar EXG por dez minutos consecutivos, em uma dificuldade de nível médio, provoca faixas de FC de 65 a 70% da máxima, superior a dez minutos de caminhada na esteira⁶. Sabe-se que o consumo máximo de O₂ (VO₂máx) ou potência aeróbica máxima, é a melhor variável utilizada para determinar e classificar o condicionamento cardiorrespiratório de uma pessoa, podendo refletir a perfeita integração que deve existir entre estes sistemas e o muscular, para fazer frente à demanda energética durante o exercício^{15,16}. O presente estudo não objetivou identificar o VO₂máx, pois para alcançá-lo os participantes teriam que chegar a exaustão durante os testes e ainda, utilizar um protocolo de cargas incrementais em ambas as modalidades de exercícios, o que dificultaria a execução durante a corrida com o Wii. O parâmetro estabelecido foi a média do VO₂ encontrada durante os dois últimos minutos de cada modalidade de exercício submáximo, pois a comparação entre as duas modalidades de exercícios foi realizada com o intuito de saber se a corrida estática com o EXG é comparável com a corrida na esteira. Na esteira o VO₂ foi maior que durante a corrida no Wii, com diferença significativa entre os dois testes. Isso pode ser explicado pelo esforço durante a corrida na esteira ser maior que o realizado na corrida com o Wii, já que uma corrida estacionária tem apenas um componente vertical de esforço, ao passo que uma corrida em esteira apresenta também um componente de deslocamento horizontal. Durante os dois últimos minutos de teste na esteira, teve-se a certeza que todos os participantes mantiveram o ritmo de corrida constante. Já no Wii não existia esta imposição do ritmo. Mesmo utilizando o marcador de passadas, na tentativa de estabelecer um ponto de comparação entre as duas modalidades de exercícios, unido ao incentivo do pesquisador para manter a corrida no ritmo de passadas determinado, existe a possibilidade de que conforme o tempo de teste passava o cansaço fazia com que o participante diminuísse o seu ritmo. A classificação pela intensidade do esforço em equivalente metabólico (MET), também é representada pelo gasto calórico consumido por minuto¹⁷. Obteve-se durante as etapas deste estudo um consumo de 7,4 METs durante o esforço realizado na corrida virtual e de 8,6 METs durante a corrida na esteira demonstrando que a intensidade de esforço atingida em ambas as atividades, quando comparado com tabelas de classificação de intensidade em atividade física¹⁷, são classificadas como atividade física vigorosa¹⁷, o que se contrapõe a estudos de revisão que demonstraram que os EXG provocaram um gasto energético leve ou moderado^{8,18}. Estas diretrizes do ACSM recomendam que para atividades vigorosas, 75 minutos de exercício semanal seriam suficientes para promover benefícios significativos à saúde. Sendo assim, conclui-se que os games são uma boa opção para a prática de atividade física, auxiliando no combate e prevenção dos distúrbios provocados pelo sedentarismo¹⁹. Finalmente, algumas limitações desta pesquisa devem ser mencionadas. O presente estudo teve caráter apenas observacional, portanto experimental não randomizado em que todos os participantes foram submetidos ao mesmo tipo de intervenção: esteira e exergame. O achado de que o VO₂ foi significativamente maior na esteira e de que a FC praticamente não se alterou podem ser consequência do fato de que os 2 exercícios foram realizados em sequência e os participantes já estariam cansados para a realização do exergame. O ideal seria a realização das duas modalidades de exercício em dias diferentes. Outra limitação é que embora encontradas diferenças significativas entre as taxas de VO₂ em teste submáximo, não foi feita a medida de consumo de oxigênio

em repouso, a fim de comparar estas duas situações. Adicionalmente, este estudo foi realizado em uma população de adultos jovens do sexo masculino, não permitindo a extrapolação destes resultados para outras populações, especialmente as de idade mais avançada e portadoras de doenças cardiovasculares e/ou outras comorbidades.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir com o desenvolvimento desta pesquisa que o VO₂ medido na corrida em esteira quando comparado aos valores obtidos na corrida simulada com Wii Fit são significativamente maiores, enquanto que a FC nas duas situações não mostrou esta diferença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kearney PM, Whelton M, Reynolds K, Whelton PK, He J. Worldwide prevalence of hypertension: A systematic review. *J Hypertens* 2004; 22(1): 11-9.
2. Ferraz AS, Machado, A.A.N. Atividade física e doenças crônico-degenerativas. *Diversa* 2009; 1(1): 25-35.
3. Bakhai A. How to cost cardiovascular care. *Heart* 2008; 94(5): 549-51.
4. Hallal PC, Victora CG, Wells JC, Lima RC. Physical inactivity: Prevalence and associated variables in Brazilian adults. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(11): 1894-900.
5. Arena R, Myers J, Williams MA, Gulati M, Kligfield P, Balady GJ, et al. Assessment of functional capacity in clinical and research settings: A scientific statement from the American heart association committee on exercise, rehabilitation, and prevention of the council on clinical cardiology and the council on cardiovascular nursing. *Circulation* 2007; 116(3): 329-43.
6. Penko AL, Barkley JE. Motivation and physiologic responses of playing a physically interactive video game relative to a sedentary alternative in children. *Ann Behav Med* 2010; 39(2): 162-9.
7. Daley AJ. Can exergaming contribute to improving physical activity levels and health outcomes in children? *Pediatrics* 2009; 124(2): 763-71.
8. 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.
9. Guy S, Ratzki-Leewing A, Gwady-Sridhar F. Moving beyond the stigma: Systematic review of video games and their potential to combat obesity. *Int J Hypertens* 2011; 2011: 179124.
10. Maddison R, Foley L, Mhurchu CN, Jull A, Jiang Y, Prapavessis H, et al. Feasibility, design and conduct of a pragmatic randomized controlled trial to reduce overweight and obesity in children: The electronic games to aid motivation to exercise (egame) study. *BMC Public Health* 2009; 9: 146.
11. Maloney AE, Bethea TC, Kelsey KS, Marks JT, Paez S, Rosenberg AM, et al. A pilot of a video game (ddr) to promote physical activity and decrease sedentary screen time. *Obesity (Silver Spring)* 2008; 16(9): 2074-80.
12. Graf DL, Pratt LV, Hester CN, Short KR. Playing active video games increases energy expenditure in children. *Pediatrics* 2009; 124(2): 534-40.

13. Siegel SR, Bryan LH, Dubois AM, Wilkin LD. Active video/arcade games (exergaming) and energy expenditure in college students. *Int J Exerc Sci* 2009; 2(3): 165-174.

14. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, McIlroy W, Cheung D, et al. Effectiveness of virtual reality using wii gaming technology in stroke rehabilitation: A pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke* 2010; 41(7): 1477-84.

15. Shachar GB, Fuhrman BP, Wang Y, Lucas RV, Jr., Lock JE. Rest and exercise hemodynamics after the fontan procedure. *Circulation* 1982; 65(6): 1043-8.

16. Huggett DL, Connelly DM, Overend TJ. Maximal aerobic capacity testing of older adults: A critical review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005; 60(1): 57-66.

17. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: An update of activity codes and met intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(9 Suppl): S498-504.

18. Biddiss E, Irwin J. Active video games to promote physical activity in children and youth: A systematic review. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2010; 164(7): 664-72.