

Comparação entre sensores de movimento quanto à estimativa do gasto energético em jovens saudáveis

Comparison between motion sensors for estimating energy expenditure in healthy young individuals

SCHNEIDER, Lorena Paltanin; SANT'ANNA, Thaís; NANDI, Gabriela;
FURLANETTO, Karina Couto; HERNANDES, Nidia Aparecida; PITTA, Fabio¹

Resumo

Introdução: Segundo o Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM), o gasto energético de 500 a 1000 kcal/semana traz benefícios à saúde. Sendo assim, é relevante a correta avaliação do nível de atividade física na vida diária (AFVD), mesmo em indivíduos jovens e saudáveis. O DirectLife®, um recém-lançado monitor de atividade física portátil, poderia ser uma opção adequada para se estimar o gasto energético na vida diária. **Objetivos:** Avaliar o desempenho do DirectLife® quanto à estimativa do gasto energético diário em jovens universitários saudáveis. Além disso, comparar e correlacionar três diferentes monitores de atividade física quanto ao mesmo desfecho. **Métodos:** 15 jovens saudáveis (7 homens, 21 [20-22] anos, IMC 27±4 kg/m²) tiveram seu nível de AFVD avaliado objetivamente por meio de três sensores de movimento durante sete dias consecutivos da semana (12h/dia, sendo a média dos sete dias utilizada para análise): DirectLife® (Philips, Estados Unidos) [DL]; multissensor SenseWear armband® (BodyMedia, Estados Unidos) [SAB] e Digiwalker SW-701® (Yamax, Japão) [DW]. **Resultados:** O gasto energético do DL correlacionou-se fortemente com o gasto energético quantificado pelo SAB ($0,86 \leq r \leq 0,89$). O gasto energético fornecido pelo DW correlacionou-se com DL ($r = 0,79$) e SAB ($0,74 \leq r \leq 0,76$), embora diferenças marcantes tenham sido observadas entre os aparelhos na classificação dos indivíduos como fisicamente ativos ou inativos. **Conclusão:** O DirectLife® mostrou desempenho adequado para a estimativa do gasto energético em jovens saudáveis, considerando-se sua alta correlação com o método, critério utilizado neste estudo. Adicionalmente, os três monitores utilizados correlacionaram-se entre si, quanto à estimativa do gasto energético; porém, com discrepâncias na identificação de (in)atividade física.

Palavras-chave: Metabolismo energético; Atividade motora; Acelerometria.

¹ Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP), Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina – PR. E-mail: fabiopitta@uol.br

Abstract

Background: According to the recommendations of the American College of Sports Medicine (ACSM), an energy expenditure of 500 to 1000 kcal/week provides health benefits. Thus, the correct assessment of the physical activity level in daily life (PADL) is relevant, even in healthy young individuals. The DirectLife®, a recently released and portable physical activity monitor, could be a good option to measure PADL. **Objective:** To assess the performance of the DirectLife® regarding the daily energy expenditure estimation in healthy young University students. In addition, to compare and correlate three different physical activity monitors concerning the same outcome. **Methods:** Fifteen healthy young students (7 men, 21 [20-22] years, BMI 27±4kg/m²) had their PADL objectively assessed using three motion sensors during seven consecutive weekdays (12 hours/day; the average of seven days was used for analysis): DirectLife® (Philips, United States) [DL]; multisensor SenseWear armband® (BodyMedia, United States) [SAB]; and Digiwalker SW-701® (Yamax, Japan) [DW]. **Results:** The energy expenditure provided by the DL was highly correlated with the energy expenditure provided by the SAB (0.86 ≤ r ≤ 0.89). Energy expenditure provided by the DW was correlated with DL (r = 0.79) and SAB (0.74 ≤ r ≤ 0.76), although marked differences were observed among the devices concerning the classification of subjects as physically active or inactive. **Conclusion:** The DirectLife® presented a good performance for estimating the energy expenditure in daily life of healthy young students, considering its high correlation with the criterion method established in this study. Additionally, the three motion sensors were correlated concerning the energy expenditure estimative, although with important discrepancies in the identification of physical (in)activity.

Keywords: Energetic metabolism; Motor activity; Accelerometry.

Introdução

A prática regular de atividade física é fundamental para manter ou melhorar a aptidão física e a saúde. Além disso, para indivíduos sedentários e com baixa aptidão física, até mesmo atividades físicas relacionadas às funções do dia a dia podem gerar benefícios à saúde. O Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM) recomenda a realização de, no mínimo, 30 minutos/dia de atividade física de intensidade moderada, em pelo menos cinco dias da semana. Se a atividade física apresentar intensidade vigorosa, a duração deve ser de, pelo menos, 20 minutos/dia em três dias da semana. Indivíduos mais descondicionados, que não toleram a realização de atividade física de maneira contínua, podem atingir o tempo mínimo recomendado de atividade em blocos de 10 minutos ou até menos. Tais recomendações objetivam atingir um gasto energético mínimo que equivalha a 500 – 1000 kcal/semana¹.

Os efeitos benéficos da atividade física, que podem ser agudos e/ou crônicos, estão intimamente relacionados com sua intensidade, duração e frequência, características que podem ser monitoradas e prescritas por profissionais especializados¹. Devido à importância da atividade física regular, para a obtenção e/ou manutenção de uma vida saudável, torna-se relevante a correta avaliação do nível de atividade física na vida diária (AFVD), até mesmo em indivíduos saudáveis¹⁻³. Uma das maneiras de se quantificar o nível de AFVD é por meio da estimativa do gasto energético diário. Os métodos recomendados para a quantificação do gasto energético são a calorimetria e o método da água duplamente marcada^{4,5}. Contudo, esses métodos são relativamente caros e exigem treinamento específico para sua complexa manipulação, dificultando sua aplicabilidade. Por conta disso, métodos baseados na quantidade de movimentos e características antropométricas dos indivíduos foram desenvolvidos, facilitando a quantificação do gasto energético durante a realização de atividades físicas^{3,4}. São eles, os sensores de movimento, que quantificam de maneira objetiva a atividade física, que é realizada

durante um período de tempo, podendo, em alguns casos, estimar o gasto energético relacionado a tais movimentos. Eles podem ser classificados em duas categorias: pedômetros e acelerômetros (ou monitores de atividade física)². Os pedômetros são dispositivos simples que registram o número de passos realizados por um indivíduo, em um período de tempo. Já os acelerômetros são mais avançados tecnologicamente e registram não apenas a quantidade de movimentos realizados, mas também a sua intensidade. Os registros de movimento associados a características antropométricas dos indivíduos resultam na estimativa do gasto energético fornecida por alguns sensores de movimento³.

Apesar do crescente interesse na correta monitorização do nível de AFVD, há grande variabilidade na acurácia dos aparelhos utilizados para esse fim, sendo que muitos deles ainda nem apresentam sua acurácia determinada, como é o caso do monitor de atividade física DirectLife®, recentemente lançado no mercado e ainda não validado para utilização em qualquer que seja a população. Portanto, os objetivos do presente estudo foram avaliar o desempenho do sensor de movimento DirectLife®, quanto à estimativa do gasto energético diário; e comparar e correlacionar três diferentes monitores de atividade física, quanto ao mesmo desfecho.

Métodos

Este estudo transversal foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP), localizado no Hospital Universitário Regional Norte do Paraná da Universidade Estadual de Londrina (HU-UEL), Londrina-PR, Brasil.

Foram incluídos, no estudo, 15 jovens universitários saudáveis com idade entre 17 e 25 anos e que não apresentavam limitações para realização de atividades físicas. Seriam excluídos do estudo, aqueles que desistissem de participar por qualquer motivo ou que não utilizassem os sensores por mais de três dias de avaliação. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (nº 022/2012). Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos que seriam realizados e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os participantes foram submetidos à avaliação do nível de atividade física da vida diária, durante 12 horas por dia, em sete dias consecutivos. A média dos sete dias foi utilizada para análise. A avaliação foi realizada por meio da utilização simultânea de três sensores de movimento, a saber:

- DirectLife® (Philips, Estados Unidos): É um sensor de movimento recentemente lançado no mercado com funcionamento baseado em acelerometria. Ele é considerado pequeno e leve, em relação a outros acelerômetros (3,2 x 3,2 x 0,5 cm e 12,5g), e pode ser utilizado pendurado no pescoço, dentro do bolso ou preso ao cinto. No presente estudo, foi padronizada a utilização do monitor pendurado no pescoço dos participantes [Figura 1]. O aparelho registra o gasto energético das atividades realizadas pelo indivíduo, classificando-o como ativo ou inativo, por meio do tempo gasto em atividade física. Adicionalmente, o monitor traça um plano de metas de atividades, como uma maneira de estimular um estilo de vida mais ativo, fisicamente.

Figura 1 | DirectLife® (Philips®, Estados Unidos).



- SenseWear Armband® (BodyMedia, Estados Unidos): É um multissensor pequeno e leve (8,8 x 5,6 x 2,1 cm e 82g), utilizado na região superior do braço direito (região de tríceps braquial). Ele é composto por um acelerômetro biaxial e sensores fisiológicos, estimando o gasto energético diário, por meio de algoritmos desenvolvidos pelo fabricante. As principais variáveis fornecidas são o gasto energético total, o gasto energético em atividade, a média de equivalentes metabólicos e o tempo gasto em diferentes intensidades de atividade física. Um relatório final é obtido, mediante análise dos dados, utilizando o software que acompanha o aparelho^{4,6,7}.

- Digiwalker SW-701® (Yamax, Japão): É um sensor de movimento simples (5,0 x 3,8 x 1,4 cm e 21g) e relativamente de baixo custo, utilizado na cintura, que fornece o número de passos realizados em um determinado período, além da distância percorrida e do gasto energético. Seu mecanismo consiste em um sistema de mola suspensa que oscila de acordo com a movimentação vertical do quadril. Cada deflexão da mola é registrada como um passo e, por meio dessa medida e dados antropométricos, é estimado o gasto energético⁸⁻¹⁰.

Cálculo do tamanho amostral

Para encontrar ao menos uma correlação de 0,70 entre o gasto energético estimado pelo DL e pelo SAB (principal desfecho do estudo), considerando um valor de $\alpha = 0,05$ e um valor de $\beta = 0,80$, seria necessário que 14 indivíduos participassem do estudo. O cálculo foi realizado por meio do programa estatístico BioEstat 3.0.

Análise estatística

A tabulação dos dados foi realizada por meio do software Microsoft Excel e a análise estatística por meio dos softwares GraphPad Prism 6.0 e SPSS 15.0.

A análise da normalidade na distribuição dos dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados que apresentaram distribuição normal foram descritos como média±desvio padrão, comparados por meio de análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas e correlacionadas por meio do coeficiente de correlação de Pearson. Caso contrário, os dados foram descritos como mediana [intervalo interquartilico 25-75%], comparados pelo teste de Friedman e correlacionados por meio do coeficiente de correlação de Spearman. A significância estatística foi determinada como $p < 0,05$. Adicionalmente, foram utilizados gráficos de Bland & Altman e o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) para análise da concordância entre os métodos.

Resultados

As características dos participantes incluídos neste estudo estão detalhadas na Tabela 1.

Tabela 1 | DirectLife® (Philips®, Estados Unidos).

Variáveis	n=15
Gênero (M/F)	7/8
Idade (anos)	21 [20-22]
IMC (Kg/m ²)	27±4

M = masculino; F = feminino; IMC = Índice de massa corpórea

O gasto energético fornecido pelo DL, em calorias, correlacionou-se com o gasto energético total (GET) e o gasto energético em atividade (GEA) fornecidos pelo SAB ($r=0,89$ e $r=0,86$, respectivamente) [Figuras 2 e 3]. O tempo gasto em atividade (TGA), a partir de moderada intensidade do DL, não apresentou correlação com a mesma variável fornecida pelo SAB ($r=0,12$; $p=0,64$). O gasto energético, também em calorias, fornecido pelo DW, correlacionou-se com o GET e o GEA do SAB, além de também se correlacionar com o gasto energético fornecido pelo DL ($r=0,76$; $r=0,74$ e $r=0,79$, respectivamente). Após a realização das análises de comparação, pudemos observar que houve diferença entre o gasto energético fornecido pelo DW e o GET fornecido pelo SAB (302 ± 129 vs 1454 ± 308 ; $p < 0,001$), assim como entre o TGA fornecido pelo DL e a mesma variável fornecida pelo SAB ($6[2-10]$ vs $72[58-95]$; $p=0,0008$).

Figura 2 | Correlação entre o gasto energético total (GET) fornecido pelo SenseWear armband® (SAB) e o gasto energético (GE) fornecido pelo DirectLife® (DL) ($r = 0,89$; $p < 0,0001$).

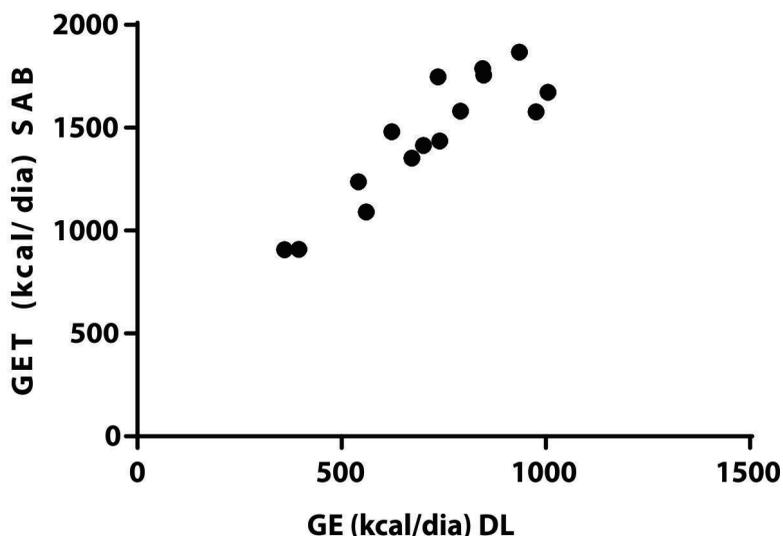
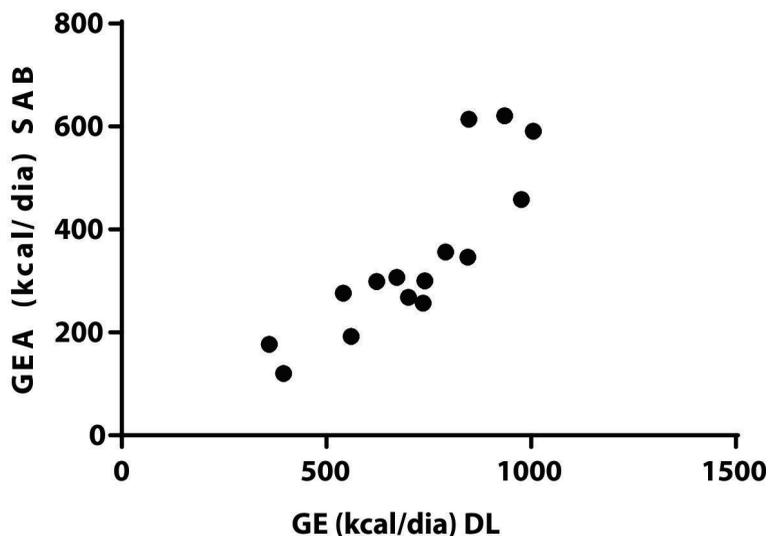
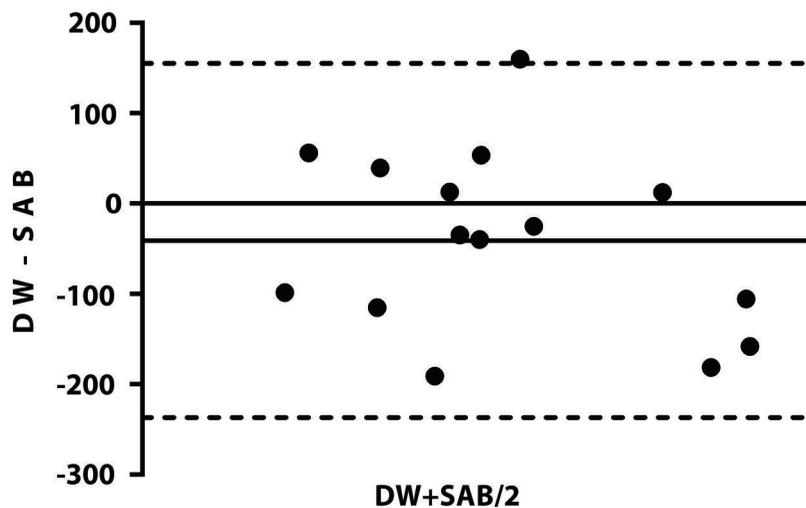


Figura 3 | Correlação entre o gasto energético em atividade (GEA) fornecido pelo SenseWear armband® (SAB) e o gasto energético (GE) fornecido pelo DirectLife® (DL) ($r = 0,86$; $p < 0,0001$).



Houve concordância entre os valores de gasto energético fornecidos pelo DW e os valores de GEA fornecidos pelo SAB (CCI=0,85, IC 95% [0,56; 0,95]; $p < 0,001$), conforme também ilustrado no gráfico de Bland & Altman da Figura 4. Não houve boa concordância entre outras variáveis e aparelhos, tanto por meio do CCI quanto pelos gráficos de Bland & Altman.

Figura 4 | Gráfico de Bland & Altman mostrando a concordância entre os valores de gasto energético fornecidos pelo DigiWalker® (DW) e os valores de gasto energético em atividade (GEA) fornecidos pelo SenseWear armband® (SAB).



Quanto à classificação do nível de atividade física da vida diária, de acordo com cada sensor de movimento, 40% dos indivíduos foram classificados como ativos, conforme o número de passos registrados pelo DW (caminhando pelo menos 8000 passos/dia)¹¹; 93% dos indivíduos foram considerados ativos, de acordo com o tempo gasto em atividade moderada fornecido pelo SAB (segundo as recomendações de atividade física do ACSM, que indicam que o indivíduo deve praticar pelo menos 30 minutos de atividade física de moderada intensidade, para ser considerado ativo fisicamente)^{1,2}; e, por fim, nenhum dos indivíduos (0%) foi classificado como ativo fisicamente, conforme o tempo gasto em atividade moderada fornecido pelo DL (segundo as mesmas recomendações do ACSM)¹.

Discussão

Os resultados do presente estudo demonstram forte correlação entre os aparelhos SAB e DL, quanto à estimativa de GET e GEA, sugerindo que o DL, portanto, apresenta bom desempenho para estimativa de gasto energético em jovens universitários saudáveis. Porém, essas variáveis não se mostraram concordantes entre os sensores de movimento, de acordo com o Coeficiente de Correlação Intraclasse e os gráficos de Bland & Altman. Adicionalmente, o DL subestimou significativamente o tempo gasto em atividade a partir de moderada intensidade, quando comparado ao SAB. O gasto energético registrado pelo DW foi diferente do GET registrado pelo SAB; porém, demonstrou concordância com os valores de GEA fornecido pelo SAB. Hipotetizamos que a falta de concordância entre esses aparelhos, assim como a subestimação do TGA pelo DL, provavelmente, ocorra devido ao fato do SAB ser um multissensor, composto por sensores fisiológicos associados ao acelerômetro biaxial^{4,12}. Por conta dessa característica, ele é capaz de registrar o gasto energético, mesmo com o indivíduo realizando uma atividade estática. Por outro lado, o DL (composto apenas por um acelerômetro triaxial) e o DW (cujo mecanismo é baseado no sistema de molas) necessitam

do deslocamento do indivíduo, para que possam registrar alguma atividade física. Adicionalmente, foram observadas diferenças marcantes entre a classificação de indivíduos como fisicamente ativos e inativos pelos três instrumentos, o que também indica precaução na interpretação dos resultados dos instrumentos em questão.

Os sensores de movimento DW e SAB foram previamente validados em diferentes populações, quanto ao número de passos e gasto energético, respectivamente^{4,8,12-14}, e apresentam utilização bem estabelecida na literatura mundial. Em contrapartida, o DL não apresenta estudos que comprovem sua acurácia. Além de comparar os três sensores de movimento em questão, o presente estudo pode verificar o desempenho do DL frente ao SAB, um método considerado acurado para a estimativa do gasto energético.

Uma limitação do presente estudo é o fato do desempenho do DL ter sido avaliado frente a um método que, apesar de acurado, não é o padrão ouro para a medida do gasto energético. Sabe-se que o método padrão ouro para a medida desta variável é a calorimetria indireta⁴. No entanto, é um método caro, de técnica complexa e pouco aplicável na vida diária, o que tornou inviável sua utilização neste estudo.

Como aplicabilidade prática deste estudo, destaca-se que, apesar do sensor DL poder ser utilizado para estimativa do gasto energético nestes indivíduos da amostra, é necessário precaução, devido ao fato de que o aparelho não apresenta concordância com os outros sensores já validados e, também, por ter diferenças marcantes, quanto à classificação do nível de atividade física em relação aos outros sensores investigados neste estudo.

Conclusão

Apesar de subestimar o tempo gasto em atividade física, o DirectLife® mostrou adequado desempenho para a estimativa do gasto energético na vida diária de jovens universitários saudáveis, considerando-se sua alta correlação com outro método já bem estabelecido na literatura. Porém, deve-se utilizar o aparelho com cautela, pois ele não apresenta boa concordância com o método critério estabelecido neste estudo. Adicionalmente, os três monitores utilizados no presente estudo correlacionaram-se entre si, quanto à estimativa do gasto energético; porém, com discrepâncias importantes na identificação de (in)atividade física.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por ter financiado este estudo.

Referências

1. 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 Jul;43(7):1334-59.
2. Pitta F, Troosters T, Probst VS, Spruit MA, Decramer M, Gosselink R. Quantifying physical activity in daily life with questionnaires and motion sensors in COPD. *Eur Respir J.* 2006 May;27(5):1040-55.

3. Montoye HJ. Introduction: evaluation of some measurements of physical activity and energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Sep;32(9 Suppl):S439-41.
4. Ainslie P, Reilly T, Westerterp K. Estimating human energy expenditure: a review of techniques with particular reference to doubly labelled water. *Sports Med.* 2003;33(9):683-98.
5. Vanhees L, Lefevre J, Philippaerts R, Martens M, Huygens W, Troosters T, et al. How to assess physical activity? How to assess physical fitness? *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2005 Apr;12(2):102-14.
6. Jakicic JM, Marcus M, Gallagher KI, Randall C, Thomas E, Goss FL, et al. Evaluation of the SenseWear Pro Armband to assess energy expenditure during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 May; 36: 897-904.
7. Tudor-Locke CE, Myers AM. Challenges and opportunities for measuring physical activity in sedentary adults. *Sports Med.* 2001 Feb;31(2):91-100.
8. Schneider PL, Crouter SE, Bassett DR. Pedometer measures of free-living physical activity: comparison of 13 models. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Feb;36(2):331-5.
9. Schneider PL, Crouter SE, Lukajic O, Bassett DR Jr. Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk. *Med Sci Sports Exerc.* 2003 Oct;35(10):1779-84.
10. Tudor-Locke C, Bassett DR, Shipe MF, McClain JJ. Pedometry methods for assessing free-living adults. *J Phys Act Health.* 2011 Mar;8(3):445-53.
11. Tudor-Locke C, Craig CL, Aoyagi Y, Bell RC, Croteau KA, De Bourdeaudhuij I, et al. How many steps/day are enough? For older adults and special populations. *Int J Behav Nutr Phys Activity.* 2011 Jul 28;8: 80.
12. Fruin ML, Rankin JW. Validity of a multi-sensor armband in estimating rest and exercise energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Jun;36(6):1063-9.
13. Patel SA, Benzo RP, Slivka WA, Sciruba FC. Activity monitoring and energy expenditure in COPD patients: a validation study. *COPD.* 2007 Jun;4(2):107-12.
14. Furlanetto KC, Bisca GW, Oldemberg N, Sant'Anna TJ, Morakami FK, Camillo CA, et al. Step counting and energy expenditure estimation in patients with chronic obstructive pulmonary disease and healthy elderly: accuracy of 2 motion sensors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010 Feb;91(2):261-7.

Submissão em: 9/5/2015

Aceito em: 24/7/2015