

O tempo de uso do sensor de movimento interfere na escolha do desfecho de atividade física na vida diária em pacientes com DPOC?

Does the wearing time of motion sensor interfere with the choice of physical activity in daily life outcomes of COPD patients?

El tiempo de uso del sensor de movimiento interfiere en la escogida del resultado de actividad física en la vida diaria en pacientes con EPOC?

Lorena Paltanin Schneider¹, Karina Couto Furlanetto^{1,2}, Nidia Aparecida Hernandez¹, Fabio Pitta¹

RESUMO | Este estudo analisa a atividade física na vida diária (AFVD) de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), quantificada em três diferentes períodos de uso diário do sensor de movimento: 8 horas, 12 horas e período de tempo acordado, a fim de identificar se os desfechos de AFVD diferem entre si. Trata-se de um estudo transversal com 45 pacientes (66±8 anos) classificados com DPOC de moderada a grave. A AFVD foi avaliada utilizando-se o monitor de atividade física *SenseWear Armband* (SAB) durante 7 dias consecutivos, 24 horas por dia. Compararam-se os resultados de AFVD fornecidos pelo monitor nos três períodos de avaliação dentro das 24 horas de uso. Os desfechos de sedentarismo e de atividade física (número de passos e gasto energético total) foram diferentes nos três períodos de utilização do SAB, com maiores valores na avaliação por período de tempo acordado. Quanto aos desfechos de atividade física estratificados por idade – 3 ou 2 equivalentes metabólicos (MET) –, os resultados foram similares na avaliação por 12 horas e por período de tempo acordado. Concluiu-se, afinal, que o uso do monitor de atividade física durante o tempo acordado é o desfecho mais indicado para monitoração acurada e completa de sedentarismo e atividade física em pacientes com DPOC.

Descritores | Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; Atividade Motora; Acelerometria.

ABSTRACT | This study analyzes physical activity in the daily lives (PADL) of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), measured in three different periods of daily use of motor sensor: 8 hours, 12 hours, and awake time, in order to identify if the PADL outcomes are different among each other. It is a transversal study with 45 patients (66±8 years) classified as having moderate to severe COPD. The PADL was assessed using the physical activity monitor *SenseWear Armband* (SAB) for 7 consecutive days, 24 hours a day. The PADL results provided by the monitor in the three evaluation periods within 24 hours of use were compared. The sedentary and physical activity outcomes (number of steps and total energy expenditure) were different in the three periods using the SAB, having higher values in the assessment per awake time. Regarding the physical activity outcomes divided into age groups – 3 or 2 metabolic equivalents (METs) –, the outcomes were similar to the evaluation for 12 hours and per awake time. It was concluded, thus, that the use of physical activity monitor during the awake time is the most indicated outcome for accurate and complete monitoring of sedentarism and physical activity in COPD patients.

Keywords | Chronic Obstructive Pulmonary Disease; Motor Activity; Accelerometry.

Trabalho apresentado em forma de pôster no XVIII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 8 a 10 de junho de 2016, Belo Horizonte (MG), Brasil.

¹ Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP), Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual de Londrina (UEL) – Londrina (PR), Brasil.

² Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde, Universidade Norte do Paraná (Unopar) – Londrina (PR), Brasil.

RESUMEN | Este estudio analiza la actividad física en la vida diaria (AFVD) de pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), cuantificada en tres distintos períodos de uso diario del sensor de movimiento: 8 horas, 12 horas y el período de tiempo despierto, con la finalidad de identificar si los resultados de AFVD difieren entre sí. Se trata de un estudio transversal con 45 pacientes (66±8 años) clasificados con EPOC de moderada a grave. La AFVD ha sido evaluada con la utilización del monitor de actividad física SenseWear Armband® (SAB) durante 7 días consecutivos, las 24 horas del día. Se han comparado los resultados de AFVD suministrados por el monitor en los tres períodos de evaluación dentro de las 24 horas de uso. Los resultados de sedentarismo

y de actividad física (el número de pasos y de gasto energético total) han sido distintos en los tres períodos de utilización del SAB, con valores más grandes en la evaluación por período de tiempo despierto. Cuanto a los resultados de la actividad física estratificadas por edad – 3 o 2 equivalentes metabólicos (METs) –, los resultados han sido similares en la evaluación por 12 horas y por el período de tiempo despierto. Se ha concluido, por fin, que el uso del monitor de la actividad física durante el tiempo despierto es el resultado más indicado para el monitoreo preciso y completo de sedentarismo y de la actividad física en pacientes con EPOC.

Palabras clave | Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica; Actividad Motora; Acelerometría.

INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma causa importante e crescente de mortalidade e morbidade em todo o mundo¹. Além da obstrução ao fluxo aéreo, a DPOC é caracterizada também por descondicionamento e inatividade física^{2,3}, entre outras características.

Existem na literatura diversas formas de quantificar a atividade física na vida diária em pacientes com DPOC, como questionários e sensores de movimento. Embora o uso de questionários de quantificação de atividade física tenha sido comum na literatura científica⁴, sua inacurácia, especialmente quando utilizados individualmente, tem motivado pesquisadores e clínicos a procurar opções viáveis de monitorização objetiva, como os sensores de movimento. Os principais tipos de sensores de movimento são os pedômetros e os acelerômetros. Apesar da sua praticidade e baixo custo, o uso de pedômetros pode gerar subestimação da avaliação da atividade física em populações que caminham lentamente, como acontece com os pacientes com DPOC⁴⁻⁶. Por outro lado, os acelerômetros são sensores de movimento tecnologicamente avançados e mais acurados que registram não apenas a quantidade de movimentos realizados, mas também a sua intensidade. Esses aparelhos fornecem estimativa de gasto energético em diferentes intensidades de atividades físicas e alguns são tecnologicamente desenvolvidos a ponto de fornecer também o tempo gasto em diferentes atividades e posturas do indivíduo^{3,7,8}.

SenseWear Armband e *DynaPort MiniMod*, por exemplo, são alguns dos monitores de atividade

física validados para a população com DPOC e frequentemente utilizados na literatura atual^{5,7-9}. De acordo com o monitor utilizado é possível escolher diferentes desfechos para quantificar a atividade física, como gasto energético total, gasto energético em atividade física, tempo deitado, número de passos, tempo em atividade, tempo em sedentarismo e a média de equivalentes metabólicos (MET) gastos no período de uso. Por meio desses desfechos é possível analisar o quanto o indivíduo é fisicamente ativo ou inativo em sua vida diária. No entanto, não existe consenso sobre qual desses desfechos reflete melhor o nível de atividade física de uma população. Em geral, a escolha do desfecho para quantificar a atividade física é determinada pelos pesquisadores envolvidos em cada estudo e, certamente, mais pesquisas comparativas são necessárias para complementar a literatura atual de modo que se determine o(s) melhor(es) desfecho(s).

Além da escolha do desfecho para quantificar atividade física, outras características da avaliação ainda precisam ser estudadas em profundidade. Recentemente foi sugerida uma padronização de análise da atividade física¹⁰ que orienta a avaliação do paciente por no mínimo quatro dias, sugerindo também que seja considerado o tempo diário de luz do sol na análise. Esse estudo também recomenda que o monitor de atividade física seja usado por pelo menos 8 horas por dia pelo indivíduo. Entretanto, os diversos estudos científicos disponíveis utilizaram diferentes períodos de tempo de uso dos monitores para a avaliação da atividade física, por exemplo, durante 12 horas por dia, 24 horas por dia e por todo o tempo em que o indivíduo

fica acordado por dia¹¹⁻¹³. Estudos recentes avaliaram a atividade física durante o tempo acordado e concluíram que os maiores períodos de atividade física acontecem durante a manhã e o início da tarde, sugerindo então que o tempo além do que o indivíduo passa desperto não necessita ser avaliado, já que não há aumento importante de atividade física fora desse período^{13,14}. Apesar disso, ainda se desconhece se o tempo de uso do monitor de atividade física interfere na escolha dos desfechos de atividade física.

Portanto, este estudo objetiva comparar a atividade física de pacientes com DPOC quantificada em três diferentes períodos diários de uso do monitor de atividade física (8 horas/dia, 12 horas/dia e durante todo o tempo acordado/dia) e identificar se existem diferenças em cada desfecho de atividade física (gasto energético total, gasto energético em atividade, número de passos, tempo ativo e tempo em sedentarismo) comparando-se esses três períodos diários de uso do monitor.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP) no Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná (HURNP) em Londrina (PR). Todos os pacientes incluídos no estudo assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que é o mesmo de um projeto de pesquisa longitudinal ao qual esse subprojeto está ligado. O projeto longitudinal foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina sob o parecer número 123/09.

Neste estudo transversal com amostra de conveniência foram incluídos 45 indivíduos com diagnóstico de DPOC, conforme *guidelines* internacionais¹, que não apresentavam limitações graves para realizar atividades físicas na vida diária ao início das avaliações e não tinham realizado exercício físico regularmente no último ano. Seriam excluídos os indivíduos que não completaram corretamente os dias de avaliação conforme proposto, além daqueles que apresentassem complicações osteoneuromusculares limitantes ou exacerbações durante o período de avaliação. Compôs-se a amostra do estudo por pacientes com DPOC que estavam em avaliação inicial prévia ao início de sua participação no projeto de pesquisa longitudinal previamente citado, que envolvia a realização de diferentes modalidades de treinamento físico.

Os participantes foram submetidos à avaliação do nível de atividade física na vida diária por meio do monitor de atividade física *SenseWear Armband* – SAB (BodyMedia, Estados Unidos), já validado para pacientes com DPOC^{5,7,8}. Eles utilizaram o multisensor durante 7 dias consecutivos da semana, 24 horas por dia.

SAB é um multisensor pequeno e leve, usado na região superior do braço direito (região do músculo tríceps braquial). Ele é composto por um acelerômetro biaxial em associação com sensores fisiológicos e estima o gasto energético diário por meio de algoritmos desenvolvidos pelo fabricante. Os principais desfechos fornecidos pelo SAB são o gasto energético total, o gasto energético em atividade, o número de passos, a média de equivalentes metabólicos e o tempo gasto em diferentes intensidades de atividade física (sedentária, moderada, vigorosa e muito vigorosa). Um relatório final é obtido por meio da análise dos dados utilizando o *software* que acompanha o monitor (*Inner View*)^{5,15,16}.

Foram comparados os desfechos de AFVD fornecidas pelo monitor nos três períodos de avaliação do paciente dentro das 24 horas de uso, sendo eles: 8 horas e 12 horas contadas a partir do momento em que o indivíduo acordava e o tempo entre o momento em que ele acordava e se recolhia para dormir (tempo acordado).

A análise da distribuição dos dados foi realizada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Caso os dados apresentassem distribuição normal, foram descritos como média \pm desvio padrão e comparados por meio de análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas. No caso de distribuição não normal, os dados foram descritos como mediana (intervalo interquartilico 25-75%) e realizou-se o teste de *Friedman* para comparação. A tabulação dos dados foi feita por meio do *software Microsoft Excel*, e a análise estatística com o *software GraphPad Prism 6.0*. A significância estatística foi determinada como $p < 0,05$.

RESULTADOS

Foram incluídos 45 participantes com média de idade de 66 anos e grau de obstrução de moderado a grave. As características gerais dos indivíduos participantes do estudo estão descritas na Tabela 1. A mediana do tempo acordado foi de 889,6 [849,2 – 923,1] minutos, ou seja, aproximadamente 14h49min.

Tabela 1. Características dos indivíduos do estudo

| N | 45 |
|--------------------------|------------|
| Gênero (M/F) | 25/20 |
| Idade (anos) | 66±8 |
| IMC (Kg/m ²) | 26±6 |
| VEF1 (%) | 46±20 |
| VEF1/CVF (%) | 69 [55-83] |

IMC: índice de massa corpórea; VEF1: volume expiratório forçado no 1º segundo; VEF1/CVF: razão entre volume expiratório forçado no 1º segundo e a capacidade vital forçada.

Os resultados das comparações dos desfechos fornecidos pelo SAB estão descritos na Tabela 2. Quando comparados nos três períodos de utilização do monitor, todos os desfechos de sedentarismo apresentaram maiores valores quando avaliados durante o TA. Esses desfechos foram tempo deitado, tempo sedentário classificado pela idade, tempo sedentário menor que 3 MET, tempo sedentário menor que 2 MET e tempo sedentário menor que 1,5 MET.

Tabela 2. Comparação entre as variáveis de atividade física na vida diária (AFVD) dos três períodos diários de uso do aparelho

| Variáveis AFVD | 8 horas | 12 horas | Tempo acordado |
|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| GET (kcal) | 865 [726-1029] | 1261 [1052-1514]* | 1515 [1231-1743]** |
| Passos/dia | 5041 [2434-6556] | 6248 [3756-8829]* | 6880 [4019-9558]** |
| T.deitado (min) | 24,2 [12,1-17,2] | 37,2 [12,9-62]* | 56,9 [67-159,3]** |
| MED MET (MET) | 1,7 [1,4-1,9] | 1,7 [1,3-1,9]* | 1,6 [1,3-1,8]* |
| GEA>Idade (kcal) | 92,5 [25-136] | 111 [34,4-200,4]* | 123 [47,8-205]* |
| DAF>Idade (min) | 18 [5,1-37] | 22 [9-47]* | 23,9 [10,1-49,2]* |
| T.SED.Idade (min) | 462 [443,1-474,9] | 698 [673-711]* | 855,7 [791,7-900,3]** |
| T.MOD.Idade (min) | 16,7 [4,6-31,3] | 22[8,3-46,7]* | 23[10-50,9]* |
| T.VIG.Idade (min) | 0,2 [0-3,4] | 0,2 [0-4,4] | 0,7 [0-4,7]* |
| T.M.VIG.Idade (min) | 0 [0-0] | 0 [0-0] | 0 [0-0] |
| GEA>3 (kcal) | 145,6 [87,6-283] | 200 [112,5-432]* | 228,6 [128-448]* |
| DAF>3 (min) | 38,4 [20,8-73,3] | 49,3 [25,9-101,4]* | 54 [27,8-108,1]* |
| INAT<3 (min) | 441,6 [406,7-459,2] | 670,7 [618,6-694,2]* | 806,4 [764,2-860,6]** |
| T.MOD>3 (min) | 38,2 [20,8-72,4] | 49,3 [25,7-100]* | 54 [27,8-106,7]* |
| T.VIG>6 (min) | 0[0-0,7] | 0 [0-1] | 1,4 [0-11,4]* |
| T.M.VIG>9 (min) | 0[0-0] | 0 [0-0] | 0 [0-0] |
| DAF>2 (kcal) | 8889 [6244-13680] | 13740 [8057-17880]* | 15883 [9219-19791]* |
| T.SED<2 (min) | 331,9 [252-375,9] | 491 [422-585,7]* | 633,2 [565,3-711,1]** |
| DAF>1,5 (min) | 203,2 [157,3-260,7] | 296 [211,9-358,3]* | 331,6 [244,9-401,6]** |
| T.SED<1,5 (min) | 276,9 [219,3-321,8] | 424 [361,7-507,3]* | 569,2 [483,9-633,2]** |

*P<0,05 versus 8 horas. **P<0,05 versus 12 horas. Kcal: quilocalorias; min: minutos; MET: equivalente metabólico; GET: gasto energético total; Passos: número de passos; Deitado: tempo deitado; MED METS: média de MET; GEA>Idade: gasto energético em atividade classificado pela idade; DAF>Idade: tempo gasto em atividade classificado pela idade; SED.Idade: tempo em atividade sedentária classificado pela idade; MOD.AGE: tempo em atividade moderada classificado pela idade; VIG.AGE: tempo em atividade vigorosa classificado pela idade; M.VIG.AGE: tempo em atividade muito vigorosa classificado pela idade; GEA>3: gasto energético em atividade classificado maior que 3 MET; GAF>3: tempo gasto em atividade classificada maior que 3 MET; INAT<3: tempo em inatividade menor que 3 MET; MOD>3: tempo em atividade moderada maior que 3 MET; VIG>6: tempo em atividade vigorosa maior que 6 MET; M.VIG>9: tempo gasto em atividade muito vigorosa maior que 9 MET; DAF>2: tempo gasto em atividade maior que 2 MET; SED<2: tempo gasto em atividade sedentária menor que 2 MET; DAF>1,5: tempo gasto em atividade maior que 1,5 MET; SED<1,5: tempo gasto em atividade sedentária menor que 1,5 MET.

Similarmente, os desfechos de atividade física que dizem respeito ao número de passos por dia e gasto energético total apresentaram-se diferentes entre si durante os três períodos de uso do monitor, sendo que o tempo acordado também apresentou os maiores valores (Tabela 2). Dentre os desfechos de AFVD estratificadas por 3 ou 2 MET ou pela idade, não houve diferença estatisticamente significativa entre a avaliação realizada por 12 horas e durante o tempo acordado, assim como a média de MET. O desfecho de tempo gasto em atividade física muito vigorosa não apresentou diferença estatisticamente significativa ao comparar-se os três períodos de uso do monitor.

DISCUSSÃO

Os principais resultados deste estudo demonstram que os desfechos de sedentarismo, assim como certos desfechos de atividade física (número de passos e gasto energético total) apresentaram-se diferentes quando comparados os três períodos de utilização do aparelho, sendo que o tempo acordado apresentou os maiores valores. Adicionalmente, os desfechos de atividade física, quando estratificados em 3 ou 2 MET ou pela idade correspondente ao paciente, assim como a média de MET, não apresentaram diferenças quando comparados entre 12 horas de uso ou durante o tempo acordado.

Os resultados sugerem que, de forma geral, o tempo acordado contabiliza de forma mais completa o sedentarismo e a atividade física dos indivíduos, mostrando exatamente quanto tempo estes passam de fato executando atividades leves, moderadas, vigorosas ou permanecendo em sedentarismo. Na maioria dos desfechos deste estudo, as avaliações de 8 horas e mesmo de 12 horas mostraram valores inferiores ao TA, sugerindo que a avaliação em 8 e 12 horas possivelmente subestima os resultados de grande parte desses desfechos quando comparados ao tempo acordado, visto que o tempo de avaliação do tempo acordado (em média 14 horas e 49 minutos) é consideravelmente superior a 8 horas e 12 horas. Este é o primeiro estudo que sugere a superioridade da avaliação por meio do uso de tempo acordado como desfecho de monitorização de atividade física em pacientes com DPOC.

De acordo com a literatura recente, sabe-se que o número de dias e tempo de uso são fatores que podem influenciar na confiabilidade da avaliação da atividade física (AF)^{13,17}. Estudos recentes demonstram que para análises transversais 2 a 3 dias são suficientes para mensurações confiáveis de AF em pacientes classificados como GOLD IV, assim como até 5 dias são necessários em pacientes GOLD I¹³. Já para mudanças longitudinais, 4 dias de avaliação mostram ser suficientes para demonstrar efeitos de tratamento seguidos em reabilitação pulmonar em DPOC moderada a grave, quando excluídos finais de semana das análises¹⁰. Porém, ainda há dúvidas sobre quanto tempo por dia deve ser utilizado o acelerômetro para uma avaliação fidedigna. Alguns estudos mostram que o uso em 24 horas pode caracterizar o dia do paciente como um todo, enquanto outros dizem que o período de 8 horas ou 12 horas por dia são suficientes para captar a maior parte do dia do indivíduo, além de existirem aqueles que dizem que considerar o tempo de luz do dia apresenta influência importante nas mudanças em atividade física¹⁰.

Os resultados que mostraram o número de passos e o gasto energético total como sendo diferentes nos três períodos de uso do monitor, enquanto os outros desfechos de AF analisadas não apresentaram diferenças entre os períodos de 12 horas e tempo acordado, vão de encontro aos resultados de um estudo que discute a diferença entre quantidade e intensidade de AF em pacientes com DPOC. Este estudo concluiu que, para pacientes com DPOC, o aumento da quantidade de atividade física de baixa intensidade já gera benefícios¹⁸. Assim, entende-se que a quantidade de número de passos e o gasto energético

despendido pelo indivíduo não são fundamentais para que sejam notados benefícios à saúde, mas o fato de diminuir atividades sedentárias e aumentar atividades de baixa intensidade já são suficientes com esse objetivo.

O *threshold* (ou limiar) para definir atividade muito vigorosa é considerado muito alto (maior ou igual a 8,8 MET). Isso faz com que os pacientes gastem pouquíssimo tempo em atividades muito vigorosas, independentemente de quantas horas são avaliadas, o que pode explicar o fato deste desfecho ter apresentado valores similares nos três períodos de uso do monitor¹⁹. O Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM) considera como sedentária toda atividade realizada abaixo de 3 MET; porém esse é um ponto de debate da literatura atual. Existem valores diferentes propostos na literatura, como 1,5 ou 2 MET, reduzindo então o tempo gasto em atividades em que o paciente é considerado sedentário ou ativo^{19,20}.

Algumas limitações e pontos fortes do estudo podem ser apontados, como ter sido realizado com uma amostra de conveniência relativamente pequena; estudos com amostras maiores podem confirmar esses resultados no futuro. Além disso, a amostra era composta por pacientes classificados com GOLD moderado a muito grave e, portanto, nesse momento os resultados deste trabalho não podem ser ainda estendidos ao estágio leve da doença. Por fim, não foi investigado o tempo de luz do dia na avaliação de atividade física, e assim não foi possível saber se essa variável tem influência nos períodos verificados. Do ponto de vista metodológico, os principais pontos fortes do estudo referem-se: 1) ao uso do acelerômetro por 7 dias consecutivos da semana, visto que quanto mais dias avaliados, maior acurácia terá a análise; e 2) por ter sido utilizado um monitor de atividade física validado e comprovadamente acurado na população com DPOC^{9,21}.

CONCLUSÃO

Em diferentes desfechos de atividade física e nos desfechos de sedentarismo, a avaliação de AFVD levando em conta o tempo acordado por dia mostrou valores maiores do que as avaliações de 8 horas e mesmo de 12 horas. Esse resultado sugere que a avaliação em 8 ou 12 horas possivelmente subestima os resultados desses desfechos, portanto, o uso do monitor de atividade física durante todo o tempo acordado é o desfecho mais indicado para monitoração acurada e completa de sedentarismo e AF em pacientes com DPOC.

REFERÊNCIAS

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. *Global Strategy for the diagnosis, management and prevention of COPD*, global initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) [Internet]. Milwaukee: Crux Creative; 2016. [cited 2018 feb 6]. Available from: <https://goo.gl/UDxdED>
2. Oga T, Nishimura K, Tsukino M, Sato S, Hajiro T. Analysis of the factors related to mortality in chronic obstructive pulmonary disease: role of exercise capacity and health status. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;167(4):544-9. doi: 10.1164/rccm.200206-583OC
3. Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Decramer M, Gosselink R. Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005;171(9):972-7. doi: 10.1164/rccm.200407-855OC
4. 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;27(5):1040-55. doi: 10.1183/09031936.06.00064105
5. Cavalheri V, Donaria L, Ferreira T, Finatti M, Camillo CA, Ramos EMC, et al. Energy expenditure during daily activities as measured by two motion sensors in patients with COPD. *Lancet Respir Med*. 2011;105(6):922-9. doi: 10.1016/j.rmed.2011.01.004
6. 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;91(2):261-7. doi: 10.1016/j.apmr.2009.10.024
7. Patel SA, Benzo RP, Slivka WA, Sciarba FC. Activity monitoring and energy expenditure in COPD patients: a validation study. *Chronic Obstr Pulm Dis*. 2007;4(2):107-12. doi: 10.1080/15412550701246658
8. Hill K, Dolmage TE, Woon L, Goldstein R, Brooks D. Measurement properties of the SenseWear Armband in adults with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2010;65(6):486-91. doi: 10.1136/thx.2009.128702
9. Rabinovich RA, Louvaris Z, Raste Y, Langer D, van Remoortel H, Giavedoni S, et al. Validity of physical activity monitors during daily life in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2013;42(5):1205-15. doi: 10.1183/09031936.00134312
10. Demeyer H, Burtin C, van Remoortel H, Hornikx M, Langer D, Decramer M, et al. Standardizing the analysis of physical activity in patients with COPD following a pulmonary rehabilitation program. *Chest*. 2014;146(2):318-27. doi: 10.1378/chest.13-1968
11. Pitta F, Troosters T, Probst VS, Langer D, Decramer M, Gosselink R. Are patients with COPD more active after pulmonary rehabilitation? *Chest*. 2008;134(2):273-80. doi: 10.1378/chest.07-2655
12. van Remoortel H, Camillo CA, Langer D, Hornikx M, Demeyer H, Burtin C, et al. Moderate intense physical activity depends on selected metabolic equivalent of task (MET) cut-off and type of data analysis. *PLoS One*. 2013;8(12):[9 p.]. doi: 10.1371/journal.pone.0084365
13. Watz H, Waschki B, Meyer T, Magnussen H. Physical activity in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2009;33(2):262-72. doi: 10.1183/09031936.00024608
14. Mesquita R, Vanfleteren LE, Franssen FM, Sarv J, Taib Z, Groenen MT, et al. Objectively identified comorbidities in COPD: impact on pulmonary rehabilitation outcomes. *Eur Respir J*. 2015;46(2):545-8. doi: 10.1183/09031936.00026215
15. 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;36(5):897-904. doi: 10.1249/01.MSS.0000126805.32659.43
16. Tudor-Locke CE, Myers AM. Challenges and opportunities for measuring physical activity in sedentary adults. *Sports Med Open*. 2001;31(2):91-100. doi: 10.2165/00007256-200131020-00002
17. Hecht A, Ma S, Porszasz J, Casaburri R. Methodology for using long-term accelerometry monitoring to describe daily activity patterns in COPD. *Chronic Obstr Pulm Dis*. 2009;6(2):121-9. doi: 10.1080/15412550902755044
18. Donaire-Gonzales D, Gimeno-Santos E, Balcells E, Batlle J, Ramon MA, Rodriguez E, et al. Benefits of physical activity on COPD hospitalisation depend on intensity. *Eur Respir J*. 2015;46(5):1281-9. doi: 10.1183/13993003.01699-2014
19. 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. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213febf
20. Hill K, Gardiner PA, Cavalheri V, Jenkins SC, Healy GN. Physical activity and sedentary behaviour: applying lessons to chronic obstructive pulmonary disease. *Intern Med J*. 2015;45(5):474-82. doi: 10.1111/imj.12570
21. van Remoortel H, Raste Y, Louvaris Z, Gianvedoni S, Burtin C, Langer D, et al. Validity of six activity monitors in chronic obstructive pulmonary disease: a comparison with indirect calorimetry. *PLoS One* 2012;7(6):[11 p.]. doi: 10.1371/journal.pone.0039198