

Avaliação da aptidão cardiorrespiratória por meio de protocolo submáximo em idosos com transtorno de humor e doença de Parkinson

Assessment of cardiorespiratory fitness using submaximal protocol in older adults with mood disorder and Parkinson's disease

NATACHA ALVES DE OLIVEIRA^{1,2}, HEITOR SANTOS SILVEIRA^{1,2}, ALESSANDRO CARVALHO^{1,2}, CHRISTIANE GOUVÊA E SILVA HELLMUTH³, TONY MEIRELES SANTOS⁴, JOSÉ VICENTE MARTINS⁵, JOSÉ LUIZ SÁ CAVALCANTI⁵, JERSON LAKS^{1,6}, ANDREA CAMAZ DESLANDES^{1,2}

¹ Centro para Doença de Alzheimer e outros Transtornos Mentais na Velhice, Instituto de Psiquiatria, Universidade Federal do Rio de Janeiro (CDA-IPUB-UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Laboratório de Neurociência do Exercício (PPGCCE), Universidade Gama Filho (UGF), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³ Clínica Médica do Exercício (MEDSPORT), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁴ Laboratório Performance (PPGCCE), UGF, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁵ Instituto de Neurologia Deolindo Couto, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁶ Centro de Estudos e Pesquisa do Envelhecimento (CEPE), Instituto Vital Brazil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Instituição a qual o trabalho deve ser atribuído: Instituto de Psiquiatria, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Recebido: 10/9/2012 – Aceito: 20/12/2012

Resumo

Contexto: Evidências demonstram benefícios para a saúde mental com o treinamento aeróbico orientado em percentuais do VO_{2max} , indicando a importância dessa variável para a prática clínica. **Objetivo:** Validar um método para estimar o VO_{2max} por meio de um protocolo submáximo em idosos com diagnóstico clínico de transtorno depressivo maior (DM) e doença de Parkinson (DP). **Métodos:** A amostra foi composta por 18 pacientes ($64,22 \pm 9,92$ anos; sete pacientes com DM e 11 com DP). Foram realizadas três avaliações: I) estadiamento da doença, II) mensuração direta de VO_{2max} e III) teste de esforço submáximo. Foi realizada regressão linear para verificar a precisão de estimativa do VO_{2max} estabelecido na ergoespirometria pelo VO_{2max} predito no teste submáximo. Também foi analisada a concordância de Bland-Altman entre os procedimentos. **Resultados:** A análise de regressão mostrou que os valores de VO_{2max} estimados pelo protocolo submáximo associam-se com o VO_{2max} medido, tanto no valor absoluto ($R^2 = 0,65$; $EPE = 0,26$; $p < 0,001$) quanto no relativo ($R^2 = 0,56$; $EPE = 3,70$; $p < 0,001$). A análise de concordância de Bland-Altman mostrou boa associação entre as duas medidas. **Conclusão:** O VO_{2max} predito por meio do protocolo submáximo demonstrou satisfatória validade de critério e simples execução comparado à ergoespirometria.

Oliveira NA, et al. / Rev Psiq Clín. 2013;40(3):88-92

Palavras-chave: Teste de esforço, exercício, transtornos de humor, doença de Parkinson.

Abstract

Background: Evidence has shown benefits for mental health through aerobic training oriented in percentage of VO_{2max} , indicating the importance of this variable for clinical practice. **Objective:** To validate a method for estimating VO_{2max} using a submaximal protocol in elderly patients with clinically diagnosis as major depressive disorder (MDD) and Parkinson's disease (PD). **Methods:** The sample comprised 18 patients (64.22 ± 9.92 years) with MDD ($n = 7$) and with PD ($n = 11$). Three evaluations were performed: I) disease staging, II) direct measurement of VO_{2max} and III) submaximal exercise test. Linear regression was performed to verify the accuracy of estimation in VO_{2max} established in ergospirometry and the predicted VO_{2max} from the submaximal test measurement. We also analyzed the correlation between the Bland-Altman procedures. **Results:** The regression analysis showed that VO_{2max} values estimated by submaximal protocol associated with the VO_{2max} measured, both in absolute values ($R^2 = 0.65$; $SEE = 0.26$; $p < 0.001$) and the relative ($R^2 = 0.56$; $SEE = 3.70$; $p < 0.001$). The Bland-Altman plots for analysis of agreement of showed a good correlation between the two measures. **Discussion:** The VO_{2max} predicted by submaximal protocol demonstrated satisfactory criterion validity and simple execution compared to ergospirometry.

Oliveira NA, et al. / Rev Psiq Clín. 2013;40(3):88-92

Keywords: Exercise test, exercise, mood disorders, Parkinson's disease.

Introdução

O transtorno depressivo maior (DM) e a doença de Parkinson (DP) são desordens altamente prevalentes, cujos registros atingem cerca de 7% e 1%-2% da população idosa, respectivamente^{1,2}. Além de seus sintomas específicos, observam-se também comorbidades como doenças cardiovasculares e metabólicas que comprometem a qualidade de vida e aumentam o seu risco de morte³. A DM está associada à hiperatividade do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (HPA), elevação dos níveis de cortisol e maior ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona^{4,5}. Essas alterações fisiológicas em depressivos contribuem para maior risco de doenças cardiovasculares, como a hipertensão⁶. Além disso, a hiperatividade do sistema colinérgico e o comprometimento no sistema nervoso autônomo

observado em pacientes depressivos e com DP podem estar associadas a maior risco de doenças cardiovasculares^{7,8}.

Dentre os fatores que contribuem para o risco de morte por diversas causas, incluindo as doenças cardiovasculares, pode-se destacar a baixa aptidão cardiorrespiratória^{9,10}. Valores máximos de equivalente metabólico (MET) acima de 6 MET para mulheres e 8 MET para homens estão associados a uma redução do risco de morte em até 15%⁹. Com o envelhecimento, espera-se que ocorra declínio do volume máximo de oxigênio consumido (VO_{2max}) de 10%¹¹ e 5%¹² por década em indivíduos sedentários e ativos, respectivamente. Por outro lado, a atividade física aeróbica contribui para a redução desse declínio de VO_{2max} ¹³. Além das respostas favoráveis na saúde cardiovascular, observam-se reduções dos sintomas depressivos e declínios funcionais, além de melhora das funções cognitivas, com possíveis

benefícios no tratamento das doenças mentais¹⁴. Entretanto, a prescrição da intensidade do treinamento aeróbico é fundamental para a eficiência e a segurança do programa de treinamento, especialmente considerando a prevalência elevada de doenças cardiovasculares nessa população.

Na determinação do VO_{2max} , a ergoespirometria é um método direto considerado como “padrão-ouro”, possibilitando, ainda, a identificação dos limiares ventilatórios. A medida do VO_{2max} possui boa confiabilidade em pacientes com doença de Alzheimer ($r = 0,94$; $p < 0,001$)¹⁵ e DP ($r = 0,90$)¹⁶, sendo utilizada para aplicações diagnósticas, prognósticas e terapêuticas, especialmente com o objetivo de prescrição do treinamento aeróbico. Entretanto, sua aplicabilidade em centros de reabilitação e atividade física torna-se difícil por causa de seu alto custo financeiro e operacional.

Além da baixa aptidão cardiorrespiratória consequente da sintomatologia das doenças e do sedentarismo, as alterações comportamentais e motoras observadas na depressão e DP dificultam a execução de testes máximos nesses pacientes. A perda do prazer e de energia são sintomas depressivos comuns na DM e podem prejudicar o desempenho de um teste de esforço máximo nesses pacientes. Já na DP, tremor, rigidez, bradicinesia e instabilidade postural podem dificultar a execução do teste pelo prejuízo motor. Em estágios mais avançados da doença, esses sintomas podem se agravar. Por causa dos sintomas específicos das doenças, a intensidade alvo de testes máximos dificilmente é atingida por esses pacientes. Por esses motivos, por vezes faz-se necessária e recomendável a utilização das equações metabólicas sugeridas pelo *American College of Sports Medicine (ACSM)* para a estimativa do consumo de oxigênio, incluindo o VO_{2max} ¹⁷.

Métodos preditivos do VO_{2max} por meio de protocolos submáximos, possuem boa confiabilidade¹⁸ e podem ser uma alternativa simples e de baixo custo para as intervenções clínicas de prescrição de exercícios. Recentemente, Santos *et al.*¹⁸ verificaram boa reprodutibilidade de um protocolo submáximo em esteira para a obtenção do VO_{2max} predito ($r = 0,89$) tanto pela frequência cardíaca máxima (FC_{max}) estimada pela idade (220-idade)¹⁹ quanto pela frequência cardíaca de pico (FC_{pico}) ($r = 0,83$). Além das vantagens do protocolo submáximo, o método permite a individualização do aumento dos incrementos por estágio, sendo possível adaptar as cargas iniciais e ajustes de intensidade durante o procedimento, como a velocidade e a inclinação, até alcançar o *steady-state* em uma intensidade a 70% da frequência cardíaca de reserva (FC_{res}). Entretanto, ainda não foi estabelecida a validade desse procedimento, em especial em idosos com transtornos mentais.

Assim, este estudo justifica-se pela necessidade de obtenção de parâmetros seguros para a prescrição de treinamento aeróbico na população idosa com diagnóstico clínico de transtorno depressivo maior ou doença de Parkinson. Associado a isso, inexistem protocolos preditivos concebidos para esse público. O objetivo do presente estudo consiste em estabelecer a validade de critério de um protocolo de predição do VO_{2max} baseado na FC_{res} para ser utilizado nessa população.

Métodos

Sujeitos

O presente estudo faz parte de um estudo maior sobre o efeito do treinamento físico na saúde mental de idosos e obteve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Psiquiatria da Universidade Federal do Rio de Janeiro (nº 70Liv2-09). Os pacientes com DM possuíam diagnóstico pelo Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-IV) e realizavam tratamento no Centro para Doença de Alzheimer e outros Transtornos Mentais na Velhice do Instituto de Psiquiatria da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CDA-IPUB-UFRJ). A triagem dos pacientes com DP foi realizada no Instituto de Neurologia Deolindo Couto (INDC/UFRJ).

Os critérios de inclusão para DM foram: pacientes com transtorno depressivo maior que possuíam diagnóstico pelo Manual

Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-IV), com idade entre 60 e 80 anos e sintomas depressivos leve a moderado, avaliados por meio da Escala de Depressão de Hamilton (HAM-D) validada para o português²⁰. Critérios de inclusão para DP foram idade entre 45 e 70 anos, diagnóstico de doença de Parkinson idiopática, estágio de 1 a 3 da Escala de Hoehn-Yahr²¹. Os critérios de exclusão comuns a todos os pacientes foram analfabetismo, acidente vascular cerebral, doenças neurodegenerativas associadas, parkinsonismo, comorbidades mentais, utilização de outros tratamentos como eletroconvulsoterapia, psicoterapia, pacientes que não deambulavam, estado febril, infeccioso ou inflamatório agudo. Os critérios cardiológicos de exclusão foram histórico de infarto agudo do miocárdio e isquemia, sintomas de doença arterial coronariana (angina), extrassístole ventricular bigeminada, pacientes em uso de medicamentos betabloqueadores.

Dos 31 pacientes recrutados, 13 foram excluídos (nove não apresentaram os critérios de elegibilidade para o estudo e quatro não compareceram a todas as visitas). A amostra foi composta por 18 pacientes que leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Delineamento experimental

Os voluntários fizeram três visitas no período da manhã com intervalo de até duas semanas entre as avaliações. Na DP foram levados em consideração o “fenômeno *on-off*” e o “*wearing-off*”, que são flutuações das habilidades motoras decorrentes do uso da levodopa. Por esse motivo, os pacientes foram avaliados no período “*on*”, porque apresentavam redução do comprometimento da função motora. A primeira testagem consistiu no estadiamento da doença e na avaliação da função cognitiva e de sinais motores (para DP). Para o estadiamento da doença, além da anamnese, foram realizadas Escala de Depressão de Hamilton (HAM-D)²⁰, Escala de Hoehn-Yahr²¹ e o domínio motor da Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS III), todas validadas para o português.

Em um segundo momento, os voluntários foram submetidos à mensuração direta do VO_{2max} por meio do protocolo máximo (ergoespirometria) supervisionado por uma cardiologista. Na terceira visita, o VO_{2max} foi estimado por meio do protocolo submáximo^{18,22}.

Os pacientes foram orientados para que no dia do teste fizessem refeições leves, se hidratassem, não ingerissem bebida alcoólica e não fumassem. Em complemento, eles foram orientados a não realizar esforço intenso nas últimas 48 horas anteriores às avaliações. Antes de iniciarem os testes, os pacientes foram instruídos sobre a escala de percepção subjetiva de esforço [Escala de Borg (6-20)]²³, além dos procedimentos de segurança para a realização do teste em esteira. O peso e a altura foram aferidos em uma balança mecânica de plataforma (Welmy 110, Welmy Indústria e Comércio Ltda.®, SP, Brasil).

Procedimentos

Teste de esforço máximo com análise de gases: As mensurações diretas por meio do teste máximo com análise de gases foram realizadas na Clínica Médica do Exercício (MEDSPORT), em sala climatizada com temperatura de 23°C e umidade relativa do ar de 55%. A frequência cardíaca foi monitorada por meio da derivação D2 do eletrocardiograma (ECG digital Elite, Micromed Biotecnologia Ltda.®, DF, Brasil) e da pressão arterial foi aferida por esfigmomanômetro de mercúrio (Diagnostix™, American Diagnostic Corporation®, USA).

O protocolo em Rampa²⁴ em esteira rolante (Super ATL Millennium, Inbramed Ltda.®, RS, Brasil) foi escolhido, pois considera a individualidade biológica dos pacientes. Esse protocolo consistiu em aumentos contínuos e graduais dos estágios de acordo com a adaptação à esteira de cada paciente. Os testes foram exclusivamente de caminhada, nos quais o ergometrista definiu a velocidade e a inclinação a ser atingida pelo paciente, e o sistema computadorizado (VO_{2000} , Medical Graphics®, *software* Ergo PC 13° versão 3.3, RS, Brasil) calculou a razão em que a potência foi incrementada

durante os testes. As variáveis cardiorrespiratórias VO_2 , razão de trocas respiratórias (R), produção de dióxido de carbono (VCO_2) e ventilação pulmonar (VE) foram medidas utilizando-se um analisador de gases acoplado ao sistema computadorizado, com amostras a cada 10 segundos.

Os sistemas de análise do O_2 e CO_2 foram calibrados conforme especificação do fabricante antes de cada teste. O consumo de oxigênio de pico (VO_{2pico}) foi considerado como maior valor obtido no final do esforço. Os critérios utilizados para o teste ser considerado como máximo foram alcançar um platô na captação de oxigênio, o esforço percebido acima de 17 (escala de Borg 6-20) e, principalmente, fadiga voluntária. Além disso, os avaliadores estavam atentos aos critérios para finalização de testes com fins diagnósticos sugeridos pelo ACSM¹⁷.

Protocolo submáximo: A testagem foi realizada no Instituto de Neurologia Deolindo Couto. Os sinais vitais foram aferidos após 10 min de repouso em posição supina, em ambiente calmo e refrigerado. Durante os testes foram monitorados e registrados, a cada 20 s, a frequência cardíaca por frequencímetros (modelo FS3™, Polar®, Finland), a sensação subjetiva de esforço, pela escala de Borg (6-20)²³, e a pressão arterial foi aferida e registrada a cada 2 min por meio do aparelho Durashock, Welch Allyn, Tycos® (SC, Brasil).

Para a determinação da FC_{res} foi utilizada a equação: $(FC_{max} - FC_{rep}) \times \text{intensidade} + FC_{rep}$, em que: FC_{max} = frequência cardíaca máxima estimada pela equação $(220 - \text{idade})^{19}$; FC_{rep} = frequência cardíaca de repouso aferida após 10 min de repouso do paciente em posição supina; e intensidade = intensidade que o paciente deveria atingir durante o teste (65% da FC_{res}) e manter no *steady-state* (70% da FC_{res}).

O protocolo submáximo consistiu em uma fase inicial de 3 min de aquecimento em esteira rolante (modelo JOG 500, Technogym The Wellness Company®, Italy), na qual a velocidade inicial variou de acordo com a adaptação à esteira entre os pacientes. A razão de incremento metabólico por estágio foi equivalente a 1 MET e proporcionada pela manipulação da velocidade e inclinação da esteira. O objetivo foi alcançar a intensidade correspondente a aproximadamente 65% da FC_{res} . Depois de atingida, essa intensidade de esforço era mantida por 6 min, caracterizando um *steady-state*²⁵. Até o final dessa fase, esperava-se que a FC fosse estabilizada a aproximadamente 70% da FC_{res} . Os critérios para interrupção para ambos os testes seguiram as recomendações do ACSM¹⁷.

O VO_2 foi obtido pela equação de caminhada: $VO_2 = [0,1 (\text{velocidade}) + 1,8 (\text{velocidade}) (\text{inclinação}/100) + 3,5]$, na qual a velocidade é fornecida em m/min. Por fim, o VO_{2max} foi predito pela equação: $VO_{2max} = [(VO_2 - 3,5) / \% FC_{res} + 3,5]$, na qual VO_{2max} é expresso em $mL.kg^{-1}.min^{-1}$.

Análise estatística

Para testar a distribuição e a variância dos dados foram utilizados os testes Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Foi realizada uma regressão linear para verificar a precisão de estimativa do VO_{2max} estabelecido na ergoespirometria pelo VO_{2max} predito no teste submáximo. A precisão da predição foi estabelecida pelo coeficiente de determinação e ajustado pelo erro-padrão estimado (EPE). Para verificar a concordância entre a medida e estimativa do VO_{2max} foi utilizada complementarmente a análise de concordância Bland-Altman.

O software utilizado para a análise dos dados foi o *Statistical Package for the Social Sciences* versão 19 (SPSS® Inc., Chicago, IL, EUA) e o nível de significância aceito foi de $p \leq 0,05$.

Resultados

A amostra foi constituída por 18 pacientes, sendo 11 com DP e sete com DM. Os pacientes apresentavam média de idade de 64,2 (DP = 9,92) anos e média de escolaridade igual a 9,5 (DP = 4,13) anos. A mediana de peso foi de 67 (62,5-72,3) kg e a média de altura, de

1,63 (DP = 0,09) m. Dentre os pacientes, 11 tomavam medicamentos antiparkinsonianos (61,1%), sete tomavam antidepressivos inibidores seletivos da recaptção de serotonina (38,9%) e oito tomavam anti-hipertensivos (44,4%). Houve distribuição normal e homogeneidade para idade, escolaridade, Miniexame do Estado Mental (MEEM), altura, índice de massa corporal, número de medicamentos, pontuação na HAM-D e UPDRS. Em relação aos sintomas da doença, os pacientes depressivos apresentaram sintomas leves de depressão avaliados pela HAM-D (11 ± 6). Já os pacientes com DP obtiveram pontuação mediana de 2,5 (2,0-3,0) na escala de estadiamento da doença Hoehn e Yahr e 31,8 (DP = 10,5) pontos na avaliação dos sintomas motores pela UPDRS III. Os pacientes apresentaram adequada adaptação aos protocolos investigados, não tendo sido observada qualquer intercorrência.

Os pacientes (n = 18) apresentaram VO_{2max} absoluto médio de $1,6 \pm 0,4 L.min^{-1}$ (medida direta) e $1,9 \pm 0,4 L.min^{-1}$ (medida indireta). Os valores de VO_{2max} relativizados à massa corporal foram de $23,8 \pm 3,8 mL.kg^{-1}.min^{-1}$ (medida direta) e de $27,5 \pm 5,5 mL.kg^{-1}.min^{-1}$ (medida indireta). A análise de regressão mostrou que os valores de VO_{2max} estimados pelo protocolo submáximo associam-se com o VO_{2max} medido, tanto no valor absoluto ($R^2 = 0,65$; $F_{(1,16)} = 29,78$; $EPE = 0,26$; $p < 0,001$) quanto no relativo ($R^2 = 0,56$; $F_{(1,16)} = 20,76$; $EPE = 3,70$; $p < 0,001$). A análise de concordância de Bland-Altman apresentou BIAS $-3,70 \pm 3,63$ (média, DP - IC 95%, -10,82; 3,41) para o VO_{2max} relativo e BIAS $-0,25 \pm 0,25$, (IC 95%, -0,74; 0,25)

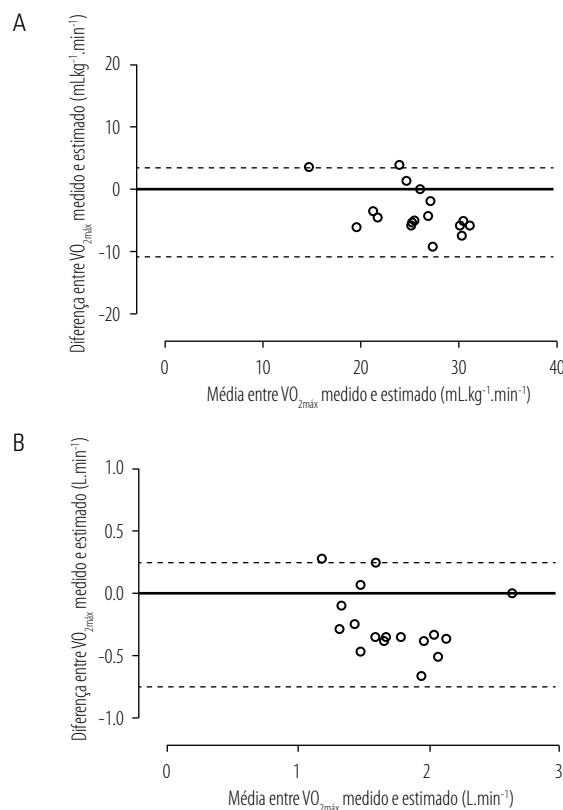


Figura 1. Análise de concordância de Bland-Altman entre o VO_{2max} relativo (A) e VO_{2max} absoluto (B) nos protocolos máximo e submáximo.

para o VO_{2max} absoluto, mostrando boa concordância entre os dois métodos (Figura 1).

Discussão

O presente estudo teve por objetivo investigar a utilização de um método indireto para predição do VO_{2max} baseado na FC_{res} e VO_{2res}

por meio de um protocolo submáximo em pacientes com transtornos mentais e doença neurodegenerativa altamente prevalentes na população idosa, especificamente a DM e a DP. Os resultados mostraram boa correlação entre o VO_{2max} medido de forma direta e o previsto pelo protocolo submáximo proposto, com erro-padrão estimado de $0,26 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ e $3,70 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Todos os pacientes conseguiram realizar os testes sem nenhuma resposta adversa ou comprometimento durante ou após as avaliações, reforçando a facilidade de execução e segurança do protocolo.

De acordo com a análise de concordância de Bland-Altman, ao se realizar a diferença entre a medida direta e indireta, observam-se na figura 1 valores negativos que podem indicar uma pequena superestimativa da medida indireta. Entretanto, os valores de EPE foram similares aos encontrados na literatura²². Pela média do VO_{2max} obtido pela medida direta ($23,7 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) e pela medida indireta ($27,4 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), foi possível calcular a média dos MET dos pacientes (6,8 e 7,8 MET, respectivamente). Acredita-se que indivíduos com capacidade aeróbica máxima de 7,9 MET ou mais apresentem menor taxa de mortalidade e de doença cardiovascular⁹. Esses dados indicam a adequação do método em dimensão aplicada para avaliação cardiorrespiratória em pacientes com DM e doenças neurodegenerativas, como a DP, visto que estes apresentam maior risco para eventos cardiovasculares^{3,6}. Além disso, transtornos psiquiátricos são prevalentes em pacientes cardiopatas que frequentam um programa de exercícios supervisionados, ainda que eles se apresentem menos graves em termos de prejuízos funcionais e a ausência de múltiplas comorbidades²⁶.

Para maior segurança, recomenda-se a consideração do EPE relatado e demonstrado pelo presente estudo. Nossos dados corroboram os de um estudo que investigou a aptidão aeróbica por meio de um protocolo submáximo de rampa em cicloergômetro em indivíduos sedentários e observou boa reprodutibilidade ($r = 0,85$; $p < 0,001$) e validade ($r = 0,75$; $p < 0,001$)²⁷. O desenvolvimento desses métodos ou testes indiretos visa auxiliar a avaliação cardiovascular e o direcionamento para a prescrição de treinamento físico.

A adesão a um programa de exercícios e a eficácia do treinamento dependem também de fatores relacionados à prescrição, por exemplo, a intensidade do esforço. A intensidade muito leve ou muito alta parece estar associada a pior resposta afetiva e possivelmente a menor adesão ao programa de exercícios, especialmente em indivíduos sedentários²⁸. Além disso, estudos mostram haver uma intensidade ideal para um melhor benefício para a função motora, cognitiva e comportamental. De acordo com a teoria do “U” invertido²⁹, intensidades moderadas promovem a melhor resposta, sendo necessário o controle rigoroso dessa variável em pacientes com diagnóstico de transtornos mentais³⁰.

Segundo as diretrizes do ACSM para população idosa³¹, preconiza-se a prática de 150 minutos semanais de atividade física, sendo a atividade aeróbica com frequência mínima de três vezes por semana, intensidade de 40% a 60% da FC_{res} , de 11 a 13 na escala de Borg, com duração mínima de 20 min. Os estudos que investigaram o efeito do exercício aeróbico no tratamento da DM em idosos utilizaram intensidades relativas ao VO_{2max} para a prescrição da intensidade do treinamento^{32,33}. Já foi demonstrado que exercícios aeróbicos realizados de duas a três vezes por semana durante 30 min, com intensidade de 60% do VO_{2max} (12 a 14 na escala de Borg), mostraram-se eficientes para o tratamento adicional da DM^{32,33}. Tais evidências apoiam a importância da determinação do VO_{2max} na tomada de decisão para a prescrição do treinamento aeróbico.

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas, por exemplo, o número reduzido de pacientes e a medicação utilizada pelos pacientes com DP, visto que estas reduzem a FC. Em especial, esse aspecto pode explicar a ligeira superestimativa do VO_{2max} observada. Futuros estudos são necessários para reproduzir as análises separadamente para cada população de pacientes, levando em consideração o tipo de medicação em uso. Além disso, sugere-se que próximos estudos comparem as equações de predição da FC_{max} proposta por Fox *et al.*¹⁹ e Tanaka *et al.*³⁴. Apesar de esse estudo ter utilizado apenas pacientes com DM e DP, espera-se que o presente método para predição do VO_{2max} a partir de um protocolo

submáximo possa ser utilizado por pacientes com outros diagnósticos de transtornos mentais, embora ainda reste ser comprovado para outras patologias. Assim, futuras investigações devem reproduzir esse método com populações específicas.

Conclusão

O VO_{2max} predito por meio do protocolo submáximo demonstrou satisfatória validade de critério e simples execução quando comparado à ergoespirometria. A prescrição de exercício para idosos com transtorno depressivo e doença de Parkinson pode ser adequadamente realizada com base nas variáveis fisiológicas obtidas por meio desse protocolo, devendo ser considerada a precisão reportada pelo presente estudo. Objetiva-se com essa recomendação treinamentos aeróbicos mais seguros e eficazes.

Agradecimentos

Os autores agradecem, pelo apoio, ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq, Brasil) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Rio de Janeiro, Brasil.

Jerson Laks é parcialmente apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 300411/2009-0 e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), nº E-26/112631/2012.

Os autores agradecem aos pesquisadores Helena Sales de Moraes, Raphael Marques Gomes, Dannyel Duarte Barbirato, Ingrid Storck Guimarães e Monique Nunes Carvalhaes Pinheiro, pela assistência durante as coletas, e à Clínica de Medicina do Exercício (MEDSPORT), por realizar os testes de esforço máximo sem custos.

Referências

1. Barcelos-Ferreira R, Izbicki R, Steffens DC, Bottino CM. Depressive morbidity and gender in community-dwelling Brazilian elderly: systematic review and meta-analysis. *Int Psychogeriatr*. 2010;22(5):712-26.
2. de Lau LM, Breteler MM. Epidemiology of Parkinson's disease. *Lancet Neurol*. 2006;5(6):525-35.
3. Antonini A, Barone P, Marconi R, Morgante L, Zappulla S, Pontieri FE, et al. The progression of non-motor symptoms in Parkinson's disease and their contribution to motor disability and quality of life. *J Neurol*. 2012;259(12):2621-31.
4. Murck H, Held K, Ziegenbein M, Künzel H, Koch K, Steiger A. The renin-angiotensin-aldosterone system in patients with depression compared to controls – a sleep endocrine study. *BMC Psychiatry*. 2003;3:15.
5. Emanuele E, Geroldi D, Minoretti P, Coen E, Politi P. Increased plasma aldosterone in patients with clinical depression. *Arch Med Res*. 2005;36(5):544-8.
6. Niranjan A, Corujo A, Ziegelstein RC, Nwulia E. Depression and heart disease in US adults. *Gen Hosp Psychiatry*. 2012;34(3):254-61.
7. Ventura ALM, Abreu PA, Freitas RCC, Sathler PC, Loureiro N. Sistema colinérgico: revisitando receptores, regulação e a relação com a doença de Alzheimer, esquizofrenia, epilepsia e tabagismo. *Rev Psiquiatr*. 2010;37(2):66-72.
8. Leńska-Mieciek M, Derecka-Charzyńska I, Fiszer U, Królicki L, Kulakowski P. Syncope and autonomic cardiovascular dysfunction in Parkinson disease. *Neurol Neurochir Pol*. 2011;45(4):335-41.
9. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA*. 2009;301(19):2024-35.
10. Kokkinos P, Myers J. Exercise and physical activity: clinical outcomes and applications. *Circulation*. 2010;122(16):1637-48.
11. Inbar O, Oren A, Scheinowitz M, Rotstein A, Dlin R, Casaburi R. Normal cardiopulmonary responses during incremental exercise in 20- to 70-year-old men. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26(5):538-46.
12. Stathokostas L, Jacob-Johnson S, Petrella RJ, Paterson DH. Longitudinal changes in aerobic power in older men and women. *J Appl Physiol*. 2004;97(2):781-9.

13. Fitzgerald MD, Tanaka H, Tran ZV, Seals DR. Age-related declines in maximal aerobic capacity in regularly exercising vs. sedentary women: a meta-analysis. *J Appl Physiol*. 1997;83(1):160-5.
14. Deslandes A, Moraes H, Ferreira C, Veiga H, Silveira H, Mouta R, et al. Exercise and mental health: many reasons to move. *Neuropsychobiology*. 2009;59(4):191-8.
15. Anderson HS, Kluding PM, Gajewski BJ, Donnelly JE, Burns JM. Reliability of peak treadmill exercise tests in mild Alzheimer disease. *Int J Neurosci*. 2011;121(8):450-6.
16. Katzel LI, Sorkin JD, Macko RF, Smith B, Ivey FM, Shulman LM. Repeatability of aerobic capacity measurements in Parkinson disease. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(12):2381-7.
17. Medicine A. C. o. S. *ACM'S Guidelines for exercise testing and prescription*. USA: Lippincott, Williams and Wilkins; 2005.
18. Santos TM, Viana BF, Sá Filho AS. Reprodutibilidade do VO₂máx estimado na corrida pela frequência cardíaca e consumo de oxigênio de reserva. *Rev Bras Educ Fis Esporte*. 2012;26(1):29-36.
19. Fox SM, Naughton JP, Haskell WL. Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Ann Clin Res*. 1971;3(6):404-32.
20. Moreno RA, Moreno DH. Escalas de depressão de Montgomery & Asberg (MADRS) e de Hamilton (HAM-D). *Rev Psiq Clín*. 1998; 25(2):262-72.
21. Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology*. 1967;17(5):427-42.
22. Swain DP, Parrott JA, Bennett AR, Branch JD, Dowling EA. Validation of a new method for estimating VO₂max based on VO₂ reserve. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(8):1421-6.
23. Borg G. *Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido*. São Paulo: Manole; 2000.
24. Myers J, Buchanan N, Smith D, Neutel J, Bowes E, Walsh D, et al. Individualized ramp treadmill. Observations on a new protocol. *Chest*. 1992;101(5 Suppl):236S-41S.
25. Swain DP, Leutholtz BC, King ME, Haas LA, Branch JD. Relationship between % heart rate reserve and % VO₂ reserve in treadmill exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(2):318-21.
26. Sardinha A, Araújo CGS, Oliveira e Silva AC, Nardi AE. Prevalência de transtornos psiquiátricos e ansiedade relacionada à saúde em coronariopatas participantes de um programa de exercício supervisionado. *Rev Psiq Clín*. 2011;38(2):61-5.
27. Church TS, Kampert JB, Wilkinson WJ, Dunn AL, Blair SN. Evaluating the reproducibility and validity of the Aerobic Adaptation Test. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(10):1770-3.
28. Williams DM, Dunsiger S, Ciccolo JT, Lewis BA, Albrecht AE, Marcus BH. Acute affective response to a moderate-intensity exercise stimulus predicts physical activity participation 6 and 12 months later. *Psychol Sport Exerc*. 2008;9(3):231-45.
29. Yerkes RM, Dodson JD. The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *J Comp Neurol Psychol*. 1908;18(5):459-82.
30. Brisswalter J, Collardeau M, René A. Effects of acute physical exercise characteristics on cognitive performance. *Sports Med*. 2002;32(9):555-66.
31. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, Skinner JS, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(7):1510-30.
32. Blumenthal JA, Babyak MA, Doraiswamy PM, Watkins L, Hoffman BM, Barbour KA, et al. Exercise and pharmacotherapy in the treatment of major depressive disorder. *Psychosom Med*. 2007;69(7):587-96.
33. Deslandes AC, Moraes H, Alves H, Pompeu FA, Silveira H, Mouta R, et al. Effect of aerobic training on EEG alpha asymmetry and depressive symptoms in the elderly: a 1-year follow-up study. *Braz J Med Biol Res*. 2010;43(6):585-92.
34. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37(1):153-6.