



Influência da força muscular isométrica de membros inferiores sobre equilíbrio e índice BODE em pacientes com DPOC: estudo transversal

Influence of lower limb's isometric strength on balance and BODE index in COPD patients: a cross-sectional study

Júlia Gianjoppe-Santos^[a], Samantha Maria Nyssen^[b], Juliano Ferreira Arcuri^[a], Antonio Delfino de Oliveira Junior^[c], Mauricio Jamami^[d], Valéria Amorim Pires Di Lorenzo^[d]

^[a] Fisioterapeutas, doutorandos em Fisioterapia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP - Brasil, e-mails: juliagianjoppe@gmail.com; julianoarcuri@gmail.com

^[b] Fisioterapeuta, mestre em Fisioterapia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP - Brasil, e-mail: sammynl17@hotmail.com

^[c] Médico Pneumologista da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos, SP - Brasil, e-mail: adojr@terra.com.br

^[d] Fisioterapeutas, professores doutores do curso de Graduação em Fisioterapia e do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP - Brasil, e-mails: jamami@ufscar.br; vallorenzo@ufscar.br

Resumo

Introdução: Força muscular de membros inferiores (MMII) diminuída associa-se à limitação da capacidade funcional; entretanto, existem poucas evidências sobre a repercussão direta da fraqueza muscular periférica sobre tarefas de equilíbrio, bem como com o prognóstico de mortalidade nos pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). **Objetivos:** Verificar se há relação da força isométrica de MMII com Índice BODE e equilíbrio funcional de pacientes com DPOC em reabilitação pulmonar (RP), além de investigar se esses pacientes apresentam fraqueza muscular, e se tal característica é capaz de influenciar nessas variáveis. **Materiais e métodos:** Trata-se de um estudo transversal, onde avaliou-se 24 pacientes (idade > 50 anos) de ambos os gêneros, com DPOC moderada a muito grave ($VEF_1 = 44$ (31 - 62,8)% previsto), por meio de: *modified Medical Research Council (mMRC)*, Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6), Índice BODE, Teste

Timed "Up and Go" (TUG), Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), *Dynamic Gait Index* (DGI) e Teste de Força Isométrica de Extensores de Joelho (ExtJ) e Abdutores de Quadril (AbdQ). **Resultados:** Na amostra estudada, 54% dos pacientes apresentaram fraqueza muscular em ExtJ, com correlações moderadas da força de MMII com Índice BODE (AbdQ = -0,58) e mMRC (ExtJ = -0,48; AbdQ = -0,49). Foram encontradas diferenças para DPTC6 e mMRC quando a força dos ExtJ foi classificada em normal ou diminuída. **Conclusão:** A força de AbdQ está associada ao prognóstico de mortalidade e a força de MMII está associada à sintomatologia em pacientes com DPOC em RP. Embora a força de MMII apresente impacto negativo na capacidade funcional e na dispneia, os pacientes desse estudo mantiveram preservado o equilíbrio e mobilidade funcional.

Palavras-chave: Força muscular. Mortalidade. Equilíbrio. DPOC.

Abstract

Introduction: Decreased lower limb's isometric strength (LLIS) is associated with impaired functional capacity, however there is not sufficient evidence showing direct impact of peripheral muscle weakness on balance tasks, as well as on prognosis of mortality in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Objectives:** To assess the correlation of the LLIS with BODE index and functional balance in patients with COPD in pulmonary rehabilitation (PR) and to investigate if these patients present muscle weakness, being able to influence the balance and the prognosis of mortality. **Materials and methods:** This was a cross-sectional study which evaluated 24 patients (age > 50 years) of either genders, with moderate to very severe obstruction ($FEV_1 = 44 (31 - 62,8)\%$ predicted). The following assessments were conducted: modified Medical Research Council (mMRC), Six-minute Walk Test (6MWT), BODE index, Timed Test "Up and Go" (TUG), Berg Balance Scale (BBS), Dynamic Gait Index (DGI), Muscle Strength Test in Knee Extensors (KExt) and Hip Abductors (HAbd). **Results:** In this sample, 54% of patients had muscle weakness in ExtJ, with significant correlations of LLIS with BODE index (HAbd = -0.58) and mMRC (KExt = -0.48; HAbd = -0.49). There were differences for 6MWT and mMRC among patients with normal or decreased knee extensor strength. **Conclusions:** The HAbd strength is associated with the prognosis of mortality and LLIS with dyspnea in patients with COPD, even under PR program. Although LLIS presented negative impact on functional capacity and dyspnea, these patients tend to keep preserved balance and functional mobility.

Keywords: Muscle strength. Mortality. Balance. COPD.

Introdução

A perda de força muscular periférica apresenta-se evidenciada nos pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), visto que muitos fatores específicos da doença contribuem simultaneamente para diminuição da síntese proteica e aumento da degradação proteica (1). A diminuição da massa muscular está associada com desempenho reduzido no exercício físico, contribuindo diretamente para limitação da capacidade funcional, que, por sua vez, relaciona-se com mortalidade nesta população (2). A perda de massa muscular relacionada ao descondicionamento físico leva à atrofia de todas as fibras musculares, com diminuição da proporção das fibras do tipo I e aumento da proporção das fibras do tipo II, reduzindo a capacidade oxidativa

muscular e tornando os músculos mais propensos à fadiga (3).

Essa redução de força é mais evidente nos membros inferiores (MMII), pois os pacientes com DPOC evitam atividades relacionadas à marcha em decorrência da aumentada sensação de dispneia (4). Swallow e colaboradores (3) observaram que a fraqueza do quadríceps em pacientes com obstrução de moderada a grave encontra-se mais evidente do que em indivíduos sem doença pulmonar. Além disso, estudo de Bernard e colaboradores (5) constatou a fraqueza do quadríceps como preditor da redução do desempenho máximo no exercício em pacientes com DPOC.

Há evidências na literatura que os prejuízos na função muscular periférica do paciente com DPOC, além da limitação da capacidade funcional,

levam a importantes reduções na mobilidade e no equilíbrio (6, 7). Isso pode explicar os resultados de Eisner e colaboradores (8), que encontraram diminuição na força em MMII, capacidade funcional e equilíbrio em pacientes com DPOC, quando comparado a indivíduos saudáveis, sendo que essas limitações funcionais podem ser atribuídas diretamente à DPOC.

A relação com pior equilíbrio, mobilidade e capacidade funcional pode ser uma das explicações para o fato de a fraqueza da musculatura esquelética contribuir, independentemente dos parâmetros de função pulmonar, para precárias condições de saúde, aumento de cuidados com saúde e até mesmo mortalidade (9). Estudo de Marquis e colaboradores (10) mostrou que a área de secção transversa dos músculos da coxa, índice representativo da massa muscular, foi o mais forte preditor de mortalidade na coorte de pacientes com DPOC estudada. A associação entre a força muscular e a mortalidade pode ser reafirmada pela existência de relação com o índice BODE (B - *body mass index*; O - *airflow obstruction*; D - *dyspnea* e E - *exercise capacity*), considerado como um dos melhores preditores de sobrevivência desses indivíduos (11).

Estudos mostram que a reabilitação pulmonar pode trazer benefícios específicos na força muscular periférica, tarefas de equilíbrio e capacidade funcional, além de influenciar no prognóstico de mortalidade (6, 12). Apesar dos efeitos da reabilitação pulmonar, os pacientes com DPOC ainda podem apresentar prejuízos nessas variáveis e risco de mortalidade aumentado.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo principal verificar se há relação da força muscular em MMII com o índice preditor de mortalidade, a capacidade funcional e o equilíbrio e mobilidade funcional em pacientes com DPOC que realizam reabilitação pulmonar (RP); e como objetivo secundário, identificar se há pacientes com força muscular em MMII diminuída nesse grupo, podendo repercutir negativamente no prognóstico de mortalidade, na capacidade funcional e no desempenho em atividades de equilíbrio e mobilidade funcional.

A hipótese do estudo é que exista relação moderada a forte entre força muscular periférica e Índice BODE, capacidade funcional e equilíbrio e mobilidade funcional em pacientes com DPOC moderada a muito grave inseridos na RP, e que os pacientes com força diminuída em MMII sejam aqueles com maior risco de

mortalidade e pior capacidade funcional, equilíbrio e mobilidade funcional.

Materiais e métodos

Este estudo foi um estudo observacional e transversal que avaliou 34 pacientes com DPOC. Eles foram convidados a participar do estudo sob a condição de que estivessem realizando RP no serviço de Fisioterapia Respiratória da instituição e apresentassem todos os critérios de inclusão. Para este estudo, foram considerados os seguintes critérios de inclusão: pacientes ex-tabagistas, com idade superior a 50 anos, diagnóstico clínico e espirométrico de DPOC com obstrução de moderada a muito grave ($VEF_1/CVF < 70\%$ e $VEF_1 < 80\%$) (13), constatado por espirometria pós-broncodilatador realizada pelo médico, estáveis clinicamente por pelo menos dois meses, dependentes ou não de oxigenoterapia, realizando RP por, no mínimo, oito semanas. Na RP, todos os pacientes realizavam alongamentos dos músculos cervicais, de MMSS e de MMII, treinamento aeróbio sintoma-limitado, treinamento de força de MMII e MMSS e relaxamento. Foram excluídos pacientes com doenças cardíacas, reumáticas, osteomusculares, ortopédicas e neuromusculares associadas que impedissem a realização dos testes; edema nos MMII; hipertensão arterial não controlada. Foram excluídos também pacientes que não completaram as avaliações em virtude de óbito, exacerbações ou desistência. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Instituição (Parecer n. 174.730), e os pacientes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, atendendo à Resolução n. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Procedimento experimental

Todos os pacientes realizaram as seguintes avaliações: coleta de dados antropométricos e demográficos, *modified Medical Research Council* (mMRC), Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6), Índice BODE, Testes de Equilíbrio e Mobilidade Funcional e Teste de Força Muscular em MMII. As avaliações foram realizadas em três dias, dentro de uma semana, com aplicação do mMRC e testes de equilíbrio e mobilidade funcional no primeiro dia; teste de força muscular em MMII, no segundo dia; e TC6, no último dia.

Questionário *modified Medical Research Council* (mMRC)

A versão validada do mMRC foi utilizada sob a forma de entrevista. Os pacientes foram questionados quanto ao grau de dispnéia e escolheram apenas uma alternativa referente a essa sensação. O questionário mMRC está delimitado em cinco graus, caracterizando as diferentes atividades que levam à falta de ar, variando entre 0 a 4. Maiores valores referem-se a uma maior incapacidade (14).

Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6)

O TC6 foi realizado de acordo com as normas da ATS (15). Os pacientes deveriam percorrer a maior distância no período de seis minutos, com objetivo de avaliar a capacidade funcional. Foram aferidas saturação periférica de oxigênio (SpO_2), pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), sensação de dispnéia e fadiga de MMII, por meio da escala de BORG CR10 antes e imediatamente após o teste. Foram realizados dois testes para eliminar o efeito aprendizagem, sendo considerada a maior distância percorrida no TC6 (DPTC6) para análise estatística.

Índice BODE

O Índice BODE é considerado um índice com forte predição de sobrevida para pacientes com DPOC (11), composto pelo índice de massa corpórea (IMC), grau de obstrução das vias aéreas ($VEF_1\%$), dispnéia (mMRC) e tolerância ao exercício (DPTC6). Os pacientes receberam pontos de acordo com os resultados obtidos nas variáveis (0-3 para VEF_1 , dispnéia e DPTC6; 0-1 para IMC) (11). A pontuação total do escore é de 0 a 10, sendo 0 indicativo de baixa gravidade da doença e 10 como alta gravidade.

Testes de equilíbrio e mobilidade funcional

Os testes utilizados para avaliação de equilíbrio e mobilidade funcional foram: Teste Timed "Up and Go" (TUG), Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) e Dynamic Gait Index (DGI).

O TUG consiste em cronometrar o tempo gasto na tarefa de levantar-se da cadeira (a partir da posição

encostada), andar 3 m até um demarcador no solo, girar e voltar andando pelo mesmo percurso, sentando-se novamente, apoiando as costas no encosto da cadeira, a fim de avaliar a mobilidade funcional. O paciente realizou o teste uma vez, sem cronometrar o tempo, para familiarizar-se, e após descanso de cinco minutos, foi realizado o teste cujo tempo foi utilizado para análise. O paciente foi instruído a executar a tarefa o mais rápido possível em segurança (16).

A EEB é um instrumento para avaliação funcional, sendo adaptada e validada para a cultura brasileira por Miyamoto e colaboradores (17). É constituída por 14 tarefas, envolvendo equilíbrio estático e dinâmico. A pontuação de cada tarefa varia de 0 a 4, totalizando um máximo de 56 pontos. Maiores pontuações representam melhor avaliação funcional.

O DGI foi desenvolvido como um instrumento de avaliação funcional da mobilidade por Shumway-Cook e colaboradores (18), tendo como objetivo avaliar a capacidade de modificar a marcha em resposta às mudanças nas demandas de determinadas tarefas em pacientes idosos com comprometimentos no equilíbrio (19). De Castro e colaboradores (19) traduziram e validaram o instrumento para a versão brasileira, sendo constituído por oito tarefas que envolvem a marcha em diferentes contextos sensoriais. Cada tarefa pode ser pontuada de 0 a 3 pontos; as melhores pontuações referem-se à melhor execução da tarefa requerida, atingindo pontuação máxima de 24 pontos.

Teste de força de MMII

A avaliação da força muscular periférica foi realizada com um dinamômetro *hand-held* (*Microfet 2, Hoggan - Health Industries, West Jordan, UT, USA*), que permite quantificar a força isométrica. Foram avaliados os grupos musculares extensores de joelho (ExtJ) e abdutores de quadril (AbdQ) no membro dominante, por serem críticos ao ortostatismo e à deambulação (20). Para cada grupo muscular, o paciente foi posicionado corretamente e instruído a realizar uma contração máxima durante quatro segundos, para garantir o máximo recrutamento das fibras musculares, relaxando após esse período. O dinamômetro foi posicionado perpendicularmente ao membro avaliado (21).

O posicionamento para avaliação dos músculos ExtJ (Figura 1A) foi com o paciente sentado, MMII

livres, 90° de flexão de quadril e de joelho, mãos apoiadas na maca, uma mão do avaliador posicionada sobre a coxa, para ajudar a isolar o movimento. O dinamômetro foi posicionado, por meio de cinta inextensível, na região anterior da tíbia, aproximadamente 5 cm acima do maléolo lateral (8, 21).

A avaliação dos músculos AbdQ (Figura 1B) foi realizada com o paciente deitado em decúbito lateral, lado dominante para cima, com um travesseiro entre os membros inferiores. Uma mão do avaliador foi mantida acima da crista íliaca, para estabilizar o tronco. O dinamômetro foi posicionado, por meio de cinta inextensível, na região lateral da coxa, aproximadamente 5 cm acima da linha articular do joelho (22).

Foram realizadas três repetições para cada grupo muscular e a média das duas últimas foi utilizada para quantificar a força (em quilogramas), sendo a primeira apenas para familiarização. Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador. Não foi aceita variação maior do que 10% entre as medidas; caso isso ocorresse, seria realizada outra repetição.

Para evitar efeitos de fadiga muscular, a avaliação foi realizada com descanso de 30 a 60 segundos entre as repetições (21).

Os valores foram expressos em valor absoluto e em porcentagem do previsto, calculados por equações de normalidade propostas por Andrews e colaboradores (23), para os músculos ExtJ e AbdQ. Como os valores eram obtidos na unidade quilogramas (kg), foi realizada uma conversão para newtons (N), multiplicando o valor obtido por 9,81 m/s², a fim de igualar a unidade de medida para comparar com o valor previsto pelas equações de referência.

A fim de normalizar a força de ExtJ em relação ao peso corporal, foi calculada a razão da força de ExtJ em quilogramas (kg) pelo IMC (kg/m²) multiplicado por 100, para ser obtida a porcentagem (3). Posteriormente, os pacientes foram divididos em pacientes com força de ExtJ normal ($\geq 120\%$ do IMC) ou diminuída ($< 120\%$ do IMC), sendo 120% considerado valor de ponto de corte para discriminar pacientes com maior risco de mortalidade (3).

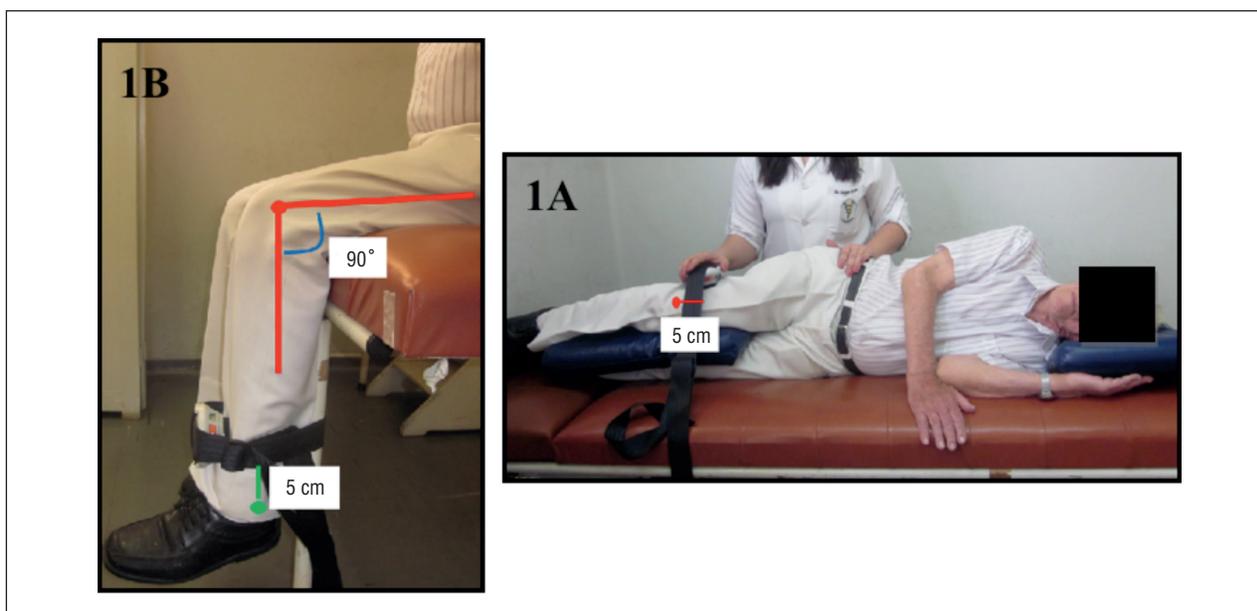


Figura 1 - A) Posicionamento para avaliação de extensores de joelho. B) Posicionamento para avaliação de abdutores de quadril

Análise estatística

Primeiramente, foi realizado o Teste de Shapiro-Wilk, a fim de verificar a distribuição dos dados. As variáveis com distribuição normal foram expressas em média \pm desvio-padrão (DP), enquanto as variáveis com

distribuição não normal foram expressas em mediana e intervalo interquartil. Para verificar a relação entre as variáveis estudadas, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson para dados paramétricos e o de correlação de Spearman para dados não paramétricos. Os coeficientes de correlação foram classificados

quanto à força, de acordo com Bryman and Cramer (24), considerando correlação fraca com valor de r entre 0,2 e 0,39; moderada com r entre 0,4 e 0,69 e forte com r entre 0,7 e 0,89. Para detectar o poder do teste, foi utilizado o programa G*Power, versão 3.0.10, utilizando as variáveis força muscular de MMII e Índice BODE, sendo encontrado poder do teste maior que 80% para a amostra final desse estudo.

Posteriormente, os pacientes foram agrupados de acordo com a força de ExtJ em porcentagem do IMC, classificados em força normal ou diminuída (3). Foi aplicado o Teste T de Student para amostras independentes para verificar diferenças entre os grupos para as variáveis com distribuição normal e o Teste de Mann-Whitney para os dados com distribuição não-paramétrica. O programa estatístico utilizado foi o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) para Windows, versão 20.0. O nível de significância adotado foi de 5%.

Resultados

Atenderam aos critérios de inclusão 34 pacientes, entretanto 10 foram excluídos e, assim, a amostra final foi composta por 24 pacientes (Figura 2). As características da amostra, bem como valores de desempenho nos testes de capacidade funcional, equilíbrio e mobilidade funcional e força muscular, estão expostas na Tabela 1. Em relação ao prognóstico de mortalidade, oito pacientes foram classificados no quartil 1 do Índice BODE, oito no quartil 2, sete no quartil 3 e apenas um no quartil 4.

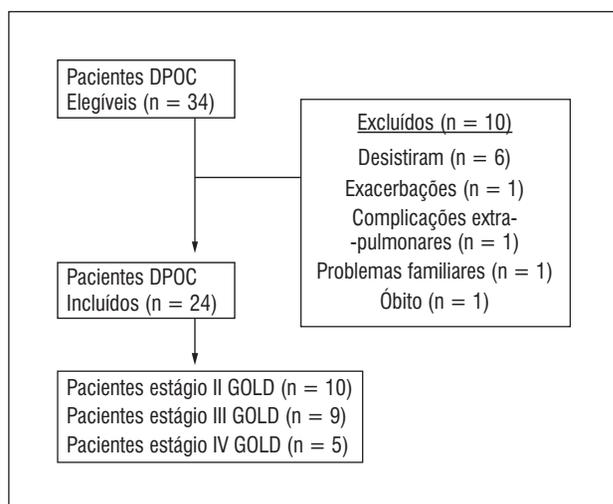


Figura 2 - Fluxograma da inclusão e exclusão dos pacientes do estudo

Foram encontradas correlações significativas da força de ExtJ com Índice BODE ($r = -0,45$; $p = 0,03$) e com mMRC ($r = -0,48$; $p = 0,02$) e da força de AbdQ com Índice BODE ($r = -0,58$; $p = 0,00$) e com mMRC ($r = -0,49$; $p = 0,01$). A Figura 3 apresenta os gráficos de dispersão da força de ExtJ e AbdQ com Índice BODE, mostrando um baixo valor de R^2 para relação dos ExtJ com Índice BODE. Além disso, não foram encontradas relações significativas da força muscular de MMII com EEB, TUG, DGI e DPTC6.

Ao dividir os pacientes de acordo com a força de ExtJ em porcentagem do IMC, em força normal ou diminuída (Tabela 2), foram encontradas diferenças entre os grupos para DPTC6 e mMRC, entretanto não foram encontradas diferenças para IMC, VEF_1 , Índice BODE e questionários de equilíbrio e mobilidade funcional (TUG, DGI e EEB).

Discussão

Nosso estudo investigou a força muscular de MMII e sua relação com Índice BODE, capacidade funcional, equilíbrio e mobilidade funcional, e se existem pacientes em RP com força em MMII diminuída com conseqüente prejuízo nessas variáveis. Os principais achados desse estudo foram: 1) relação moderada entre a força muscular isométrica de AbdQ com Índice BODE e da força muscular isométrica de ExtJ e AbdQ com a pontuação do questionário mMRC; 2) pontuações dos questionários de equilíbrio e mobilidade funcional preservadas nos pacientes em RP; 3) mesmo estando em RP, 54% dos pacientes estudados apresentaram força diminuída em ExtJ com pior capacidade funcional e maior dispnéia do que aqueles com força normal, entretanto não há diferenças em relação ao equilíbrio e mobilidade funcional.

Os valores dos coeficientes de correlação encontrados para os músculos ExtJ e AbdQ em relação ao Índice BODE foram moderados, sendo -0,45 e -0,58, respectivamente, entretanto, os gráficos de dispersão mostraram que a força de ExtJ não é indicativa de pior prognóstico de mortalidade em pacientes participantes da RP. Os resultados sugerem que a força de AbdQ seja mais importante para o risco de mortalidade do que a força de ExtJ, sendo um dos primeiros estudos a encontrar essa relação em pacientes com DPOC em RP. Swallow e colaboradores (3) encontraram, após realizar Modelo de Regressão de Cox, aumento do risco de

mortalidade com a redução da contração voluntária máxima de quadríceps em 162 pacientes com DPOC ($VEF_1 = 35,6 \pm 16,2\%$), sendo uma medida capaz de oferecer informação prognóstica mais poderosa para pacientes com DPOC do que a idade, IMC e VEF_1 , o que difere dos resultados encontrados no presente estudo, podendo ser explicado pelo número maior de pacientes e que apenas 46% da amostra do estudo citado tinham realizado um programa de reabilitação pulmonar.

O único determinante do Índice BODE que apresentou relação significativa com a força isométrica de AbdQ e de ExtJ foi o questionário mMRC, que avalia a limitação causada pela dispneia em atividades relacionadas com a marcha. O paciente com DPOC, que apresenta dispneia durante suas atividades rotineiras, pode entrar em um ciclo de inatividade induzido pela sintomatologia, levando ao descondicionamento

físico e fraqueza muscular (25), corroborando com os resultados encontrados no presente estudo, em que pacientes com maior sintomatologia apresentam menor força em MMII.

Não foram encontradas correlações entre a força muscular isométrica de MMII e os questionários de equilíbrio e mobilidade funcional, apesar dos músculos ExtJ e AbdQ serem essenciais para manutenção do equilíbrio nas situações estáticas e dinâmicas (26). Como nossos pacientes estavam inseridos na RP por no mínimo 8 semanas, o efeito de treinamento físico pode ter interferido positivamente no equilíbrio e mobilidade destes. Além disso, a força de MMII apresenta papel importante no equilíbrio funcional, entretanto outros aspectos devem ser considerados para bom desempenho nos testes, como amplitude de movimento adequada, cognição preservada, sistema visual e somatosensorial integrados.

Tabela 1 - Caracterização demográfica, antropométrica, espirométrica, sintomatologia, capacidade funcional, prognóstico de mortalidade, equilíbrio e mobilidade funcional e força muscular periférica

(Continua)

Variáveis	n = 24
Sexo	19H/5M
Idade (anos)	68,4 ± 10,2
Altura (m)	1,65 ± 0,1
Peso (kg)	66,2 ± 13,7
Uso de Medicamentos, n (%)	
Broncodilatadores	23 (96)
Corticóide inalatório + beta-agonista de ação prolongada	20 (83)
Corticóide sistêmico	1 (4)
Oxigenoterapia	5 (21)
IMC (kg/m²)	24,2 ± 4,5
VEF₁ (%)	44 (31 - 62,8)
mMRC	2 (1 - 2)
DPTC6 (m)	370 ± 105
Índice BODE	3,5 ± 1,9
Quartil do Índice BODE	2 (1 - 3)
TUG (s)	8,3 ± 1,8
DGI	22,5 (20 - 24)
EEB	54 (47,2 - 55)
ExtJ (N)	291,9 (213,1 - 329,9)

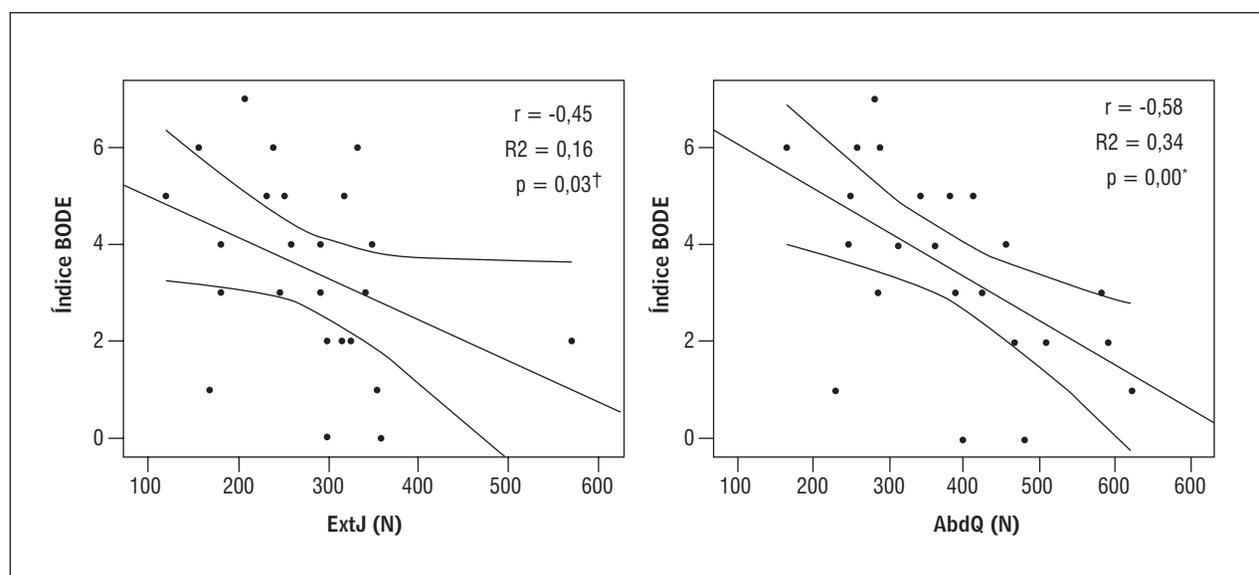
Tabela 1 - Caracterização demográfica, antropométrica, espirométrica, sintomatologia, capacidade funcional, prognóstico de mortalidade, equilíbrio e mobilidade funcional e força muscular periférica

(Conclusão)

Variáveis	n = 24
% ExtJ (%)	86,8 ± 19,7
AbdQ (N)	192,6 ± 62,3
% AbdQ (%)	82,7 ± 22,7

Legenda: H = homem; M = mulher; IMC = Índice de massa corpórea; VEF1 = volume expiratório forçado no primeiro segundo; mMRC = *modified Medical Research Council*; DPTC6 = Distância percorrida no Teste de Caminhada de 6 minutos; BODE = B - *body mass index*, O - *airflow obstruction*, D - *dyspnea*, E - *exercise capacity*; TUG = *Timed Up and Go*; DGI = *Dynamic Gait Index*; EEB = Escala de Equilíbrio de Berg; % = porcentagem do previsto; ExtJ = Extensores de Joelho; AbdQ = Abdutores de Quadril; N = newtons.

Nota: Valores expressos em média ± desvio-padrão, mediana (intervalo interquartilico) ou número de indivíduos (porcentagem).

**Figura 3** - Gráficos de dispersão das variáveis de força muscular periférica e Índice BODE

Legenda: BODE = B - *body mass index*; O - *airflow obstruction*; D - *dyspnea*; E - *exercise capacity*; ExtJ = Extensores de Joelho; AbdQ = Abdutores de Quadril; N = newtons; †Correlação de Spearman; *Correlação de Pearson.

Tabela 2 - Características das variáveis estudadas dos pacientes com DPOC para grupos com força de extensores de joelho normal ou reduzida

(Continua)

Variáveis	ExtJ	
	Força Diminuída (< 120% do IMC) (n = 13)	Força Normal (≥ 120% do IMC) (n = 11)
Idade (anos)	69,7 ± 11,8	66,9 ± 8,3
ExtJ (N)	238,4 (173,6 - 295,5)	324,7 (292,3 - 353,7)†

Tabela 2 - Características das variáveis estudadas dos pacientes com DPOC para grupos com força de extensores de joelho normal ou reduzida

(Conclusão)

	ExtJ	
ExtJ (% do IMC)	93,5 ± 21,3	146,8 ± 19,1*
IMC (kg/m ²)	25,2 ± 4,9	23,1 ± 3,8
VEF ₁ (%previsto)	39 (27,5 - 65,2)	52,2 (44 - 63,5)
mMRC	2 (2 - 3)	1 (0 - 2) †
DPTC6 (m)	330,6 ± 60,0	415,9 ± 129,2*
Índice BODE	4,1 ± 1,7	2,7 ± 2,1
TUG (s)	8,5 ± 2,1	8,0 ± 1,3
DGI	22 (20 - 24)	23 (20 - 24)
EEB	51 (46 - 54,5)	55 (48 - 56)

Legenda: **ExtJ** = Extensores de Joelho; **N** = newtons; **IMC** = Índice de massa corpórea; **VEF₁** = volume expiratório forçado no primeiro segundo; **mMRC** = Modified Medical Research Council; **DPTC6** = Distância percorrida no Teste de Caminhada de 6 minutos; **BODE** = B - body mass index, O - airflow obstruction, D - dyspnea, E - exercise capacity; **TUG** = Timed Up and Go, **DGI** = Dynamic Gait Index; **EEB** = Escala de Equilíbrio de Berg. Teste T de Student: *p < 0,05; teste de Mann-Whitney: †p < 0,05.

Nota: Valores expressos em média ± desvio-padrão ou mediana (intervalo interquartilício).

A força muscular isométrica de ExtJ e AbdQ nos pacientes com DPOC avaliados nesse estudo apresentaram valores médios de 86,8% e 82,7% do previsto pelas equações de normalidade (23). Estudo de Hopkinson e colaboradores (27) mostrou que pacientes com DPOC apresentam média de 34,4 kg para contração voluntária máxima de quadríceps, enquanto indivíduos saudáveis, pareados pela idade, apresentaram média de 43,8 kg, ou seja, os pacientes com DPOC apresentam, em média, 78,5% da força muscular, na comparação com indivíduos saudáveis, não refletindo apenas os efeitos do envelhecimento sobre a força muscular. Esse valor encontra-se um pouco abaixo dos encontrados em nosso estudo, entretanto nossos pacientes estavam inseridos na RP, realizando treinamento aeróbio e treinamento de força em membros, com tempo suficiente para benefícios na força muscular.

Embora estudos prévios relatem que pacientes com DPOC apresentam prejuízos no equilíbrio funcional e nas tarefas de mobilidade (8, 28), nossos achados mostram que a amostra avaliada apresentou equilíbrio e mobilidade funcional dentro dos limites

de normalidade, entretanto vale ressaltar que nossos pacientes estavam inseridos em um programa de RP. A média do valor encontrado para TUG foi de 8,3 ± 1,8 segundos, ou seja, encontra-se menor do que 10 segundos, tempo normal para a realização da tarefa por adultos saudáveis e o máximo do desvio padrão encontra-se entre 10 a 20 segundos (apenas três pacientes), limites normais de tempo para idosos frágeis (16). Em relação à EEB, a mediana foi de 54, valor muito próximo à pontuação máxima da escala; no intervalo interquartilício de 25%, o valor foi de 47,25 pontos, superior ao melhor valor preditivo para quedas, considerado escore abaixo de 45 pontos (17); entretanto, dois pacientes não alcançaram escore de 45 pontos. A mediana de pontuação da escala DGI para a amostra estudada foi de 22,5 pontos, sendo que uma pontuação de 19 ou menos prediz risco para quedas (19), o que ocorreu somente com um paciente da amostra.

Em contraste ao presente estudo, Beauchamp e colaboradores (29) encontraram pontuações piores do que os pontos de corte estabelecidos para risco de quedas na EEB e TUG em mais de 35% da amostra.

Ambos os estudos avaliaram pacientes com obstrução moderada a muito grave, entretanto, o estudo mencionado acima (29) recrutou apenas pacientes com menos de uma semana de RP, o que pode explicar a diferença entre com resultados encontrados no nosso estudo, uma vez que nossos pacientes estavam inseridos em um programa de RP. Além disso, os testes de equilíbrio e mobilidade funcional utilizados podem não ser sensíveis o suficiente para detectar o *deficit* de equilíbrio apresentado pelos pacientes com DPOC, principalmente aqueles com melhor capacidade funcional, como verificado em estudo de Karuka e colaboradores (30), em que encontrou limitação na pontuação da EEB e TUG para detectar mudanças sutis no equilíbrio.

Quando os pacientes foram divididos de acordo com força de ExtJ normal ou diminuída, foram encontradas diferenças entre os grupos para mMRC e TC6; entretanto, a força isométrica diminuída de ExtJ pode não ser indicativa de pior equilíbrio para pacientes com DPOC moderada a muito grave em RP. Portanto, de acordo com nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo a avaliar e comparar o equilíbrio e mobilidade funcional em pacientes com DPOC em RP com força normal ou diminuída em MMII, e sugere-se que a força muscular em ExtJ não seja o principal e único fator que influencie no equilíbrio dos pacientes com DPOC.

Vale ressaltar que a força muscular isométrica diminuída de MMII apresenta influência na capacidade funcional e na dispneia dos pacientes em RP. A alteração da função da musculatura periférica pode ser causada por diminuição da resistência e/ou da força muscular, aumentando a propensão à fadiga e comprometendo a capacidade muscular de superar a demanda durante uma atividade, com conseqüente queda da capacidade funcional (2, 31). Além disso, a força muscular apresenta importante relação com a mortalidade, sendo sua avaliação de extrema importância mesmo nos pacientes RP, pois a presença de fraqueza muscular em MMII pode levar ao direcionamento da intervenção para fortalecimento muscular, com objetivo de modificar o prognóstico de mortalidade.

Considerações metodológicas

A avaliação da força muscular no nosso estudo foi realizada com dinamômetro *hand-held*, que

apresenta custo relativamente baixo, é portátil e de simples aplicação, sendo capaz de quantificar a força muscular isométrica, relacionada ao ortostatismo e diversas atividades funcionais (20). O fato de ser um equipamento portátil aumenta a chance de que ocorram erros de medidas; entretanto, esse dinamômetro tem se mostrado reprodutível e responsável para medição de mudanças na força muscular de pacientes com DPOC, apresentando bons coeficientes de confiabilidade para AbdQ (ICC = 0,89) e ExtJ (ICC = 0,87) (20).

Para divisão dos pacientes em força normal ou diminuída em MMII, foi utilizada uma normalização em relação ao IMC, baseado no estudo de Swallow e colaboradores (3), que consideraram inadequado considerar apenas o efeito do peso corporal e excluir o efeito da altura, como realizado em estudos prévios, e propuseram expressar a força de ExtJ em função do Índice de Massa Corpórea (IMC), encontrando um ponto de corte em relação à mortalidade para pacientes com DPOC.

Limitações do estudo

As limitações e dificuldades encontradas em nosso estudo foram relacionadas ao número reduzido de pacientes, dificuldade de adesão às avaliações propostas e apenas cinco pacientes classificados estágio IV pela GOLD (13).

Conclusão

Conclui-se que a força muscular isométrica de AbdQ apresenta relação moderada com Índice BODE em pacientes com DPOC moderada a muito grave em RP, bem como a força isométrica de MMII com a sintomatologia avaliada pelo questionário mMRC; entretanto, não apresenta relação com variáveis de equilíbrio e mobilidade funcional. Além disso, pudemos constatar que os pacientes mesmo participando da RP podem apresentar a força muscular isométrica diminuída em MMII, sendo aqueles com pior capacidade funcional e maior sensação de dispneia quando comparados aos pacientes com força normal, porém não apresentam diferenças em relação ao equilíbrio e mobilidade funcional.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas do Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória da UFSCar e ao auxílio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

1. Kim HC, Mofarrahi M, Hussain SNA. Skeletal muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2008;3(4):637-58.
2. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;153(3):976-80.
3. Swallow EB, Reyes D, Hopkinson NS, Man WD, Porcher R, Cetti EJ, et al. Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2007;62(2):115-20.
4. Dourado VZ, Antunes LCO, Tanni SE, Paiva SAR, Padovani CR, Godoy I. Relationship of upper-limb and thoracic muscle strength to 6-min walk distance in COPD patients. *Chest*. 2006;129(3):551-7.
5. Bernard S, Le-Blanc P, Whittom F, Carrier G, Jobin J, Belleau R, et al. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respi Crit Care Med*. 1998;158(2):629-34.
6. Beauchamp MK, O'Hoski S, Goldstein RS, Brooks D. Effect of pulmonary rehabilitation on balance in persons with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(9):1460-5.
7. Roig M, Eng JJ, Road JD, Reid WD. Falls in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a call for further research. *Respir Med*. 2009;103(9):1257-69.
8. Eisner MD, Iribarre C, Yelin EH, Sidney S, Kats PP, Ackerson L, et al. Pulmonary function and the risk of functional limitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Epidemiol*. 2008;167(9):1090-101.
9. Man WD, Kemp P, Moxham J, Polkey MI. Skeletal muscle dysfunction in COPD: clinical and laboratory observations. *Clin Sci*. 2009;117(7):251-64.
10. Marquis K, Debigaré R, Lacasse Y, LeBlanc P, Jobin J, Carrier G, et al. Midthigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(6):809-13.
11. Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Oca MM, Mendez RA, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med*. 2004; 350(10):1005-12.
12. Cote CG, Celli BR. Pulmonary rehabilitation and the BODE index in COPD. *Eur Respir J*. 2005;26(4):630-6.
13. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, Inc, 2010 [Revised 2011; cited 2012 Feb 5]. Disponível em: <http://www.goldcopd.org/.br>
14. Kovelis D, Segretti NO, Probst VS, Lareau SC, Brunetto AF, Pitta F. Validação do *Modified Pulmonary Function Status and Dyspnea Questionnaire* e da escala do *Medical Research Council* para o uso em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. *J Bras Pneumol*. 2008;34(12):1008-18.
15. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-7.
16. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up and Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991;39(2):142-8.
17. Miyamoto ST, Lombardi-Junior I, Berg KO, Ramos LR, Natous J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Braz J Med Biol Res*. 2004;37(9):1411-21.
18. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: theory and practical applications. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 1995.
19. De Castro SM, Perracini MR, Ganança FF. Dynamic Gait Index – Brazilian Version. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2006;72(6):817-25.
20. Eisner MD, Iribarren C, Blanc PD, Yelin EH, Ackerson L, Byl N, et al. Development of disability in chronic obstructive pulmonary disease: beyond lung function. *Thorax*. 2011;66(2):108-14.

21. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. Measuring muscle strength for people with chronic obstructive pulmonary disease: retest reliability of hand-held dynamometry. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(1):32-6.
22. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(11):671-6.
23. Andrews AW, Thomas MW, Bohannon RW. Normative values for isometric muscle force measurements obtained with handheld dynamometers. *Phys Ther.* 1996; 76(3):248-59.
24. Bryman A, Cramer D. Quantitative data analysis for social scientists. London; New York: Routledge; 1995.
25. 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(2):972-7.
26. O'Sullivan SB, Schimitz TJ. *Fisioterapia: avaliação e tratamento.* 5. ed. Barueri: Manole; 2010.
27. Hopkinson NS, Nickol AH, Payne J, Hawe E, Man WDC, Moxham J, et al. Angiotensin converting enzyme genotype and strength in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004; 170(4):395-9.
28. Butcher SJ, Meshke JM, Sheppard MS. Reductions in functional balance, coordination, and mobility measures among patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil.* 2004;24(4):274-80.
29. Beauchamp MK, Hill K, Goldstein RS, Janaudis-Ferreira T, Brooks D. Impairments in balance discriminate fallers from non-fallers in COPD. *Respir Med.* 2009;103(12):1885-91.
30. Karuka AH, Silva JAMG, Navega MT. Analysis of agreement of assessment tools of body balance in the elderly. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(6):460-6.
31. Rondelli RR, Dal Corso S, Simões A, Malaguti C. Methods for the assessment of peripheral muscle fatigue and its energy and metabolic determinants in COPD. *J Bras Pneumol.* 2009;35(11):1125-35.

Recebido: 05/04/2014

Received: 04/25/2014

Aprovado: 22/09/2014

Approved: 09/22/2014