Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Medicina
Programa de Pós Graduação em Ciências Pneumológicas

Impacto da Força Muscular Periférica e Respiratória na Capacidade de Exercício em Indivíduos com e sem Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

Andréia Teresinha da Silva

Porto Alegre, 2012

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Medicina
Programa de Pós Graduação em Ciências Pneumológicas

Impacto da Força Muscular Periférica e Respiratória na Capacidade de Exercício em Indivíduos com e sem Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

Andréia Teresinha da Silva
Orientadora: Profa. Dra. Marli Maria Knorst

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Pneumológicas, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 2012

CIP - Catalogação na Publicação

Silva, Andréia Teresinha da
Impacto da Força Muscular Periférica e Respiratória na Capacidade de Exercício em Indivíduos com e sem Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica / Andréia Teresinha da Silva. -- 2011.
71 f.

Orientadora: Marli Maria Knorst.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, Porto Alegre, BR-RS, 2011.

1. DPOC. 2. Teste da caminhada de seis minutos. 3. Teste senta e levanta. 4. Pressões Respiratórias. 5. Força do quadríceps. I. Knorst, Marli Maria, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dedicatória

Ao meu marido Paulo,
pelo incentivo, compreensão, paciência e amor.
Ao meu pequeno anjo, meu filho Rafael,
por encher minha vida de alegria,
e por ter o melhor abraço do mundo.
Amo vocês!

Agradecimentos

Ao Professor Dr. Sérgio Saldanha Menna Barreto, pela acolhida no Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre e por acreditar no meu trabalho.

À minha orientadora Professora Dra. Marli Maria Knorst, pela oportunidade, paciência, dedicação e compreensão; pelo grande aprendizado, pelas muitas horas dedicadas e por todas as palavras de otimismo nos momentos mais difíceis. À você meu reconhecimento e minha gratidão!

Aos meus pais pelos ensinamentos, amor inesgotável, incentivo, e pela dedicação e auxílio nos cuidados com nosso “Rafa”. Vocês são pais e avós maravilhosos!

Em especial, ao meu marido Paulo, por escolher compartilhar comigo a vida, e por ser meu maior incentivador e melhor companheiro. Obrigada meu amor pela dedicação, paciência (e quanta paciência!), e por muitas vezes assumir o papel de pai e mãe do nosso filho para que eu pudesse me dedicar a este trabalho. Seu apoio e compreensão foram fundamentais nesta minha trajetória. Esta conquista é nossa. Amo você!

Ao meu filho Rafael, meu pequeno valente, que chegou precocemente durante a realização deste trabalho exigindo tanto cuidado, tão frágil e ao mesmo tempo tão valente. Filho, obrigada pelo carinho que me dedicas e pela compreensão de ficar mais tempo com a vovó e com a “Nana” para que a mamãe pudesse concluir este trabalho. Prometo agora me dedicar mais a você. Te amo meu príncipe, sua chegada renovou minha alegria!

Aos meus irmãos Fernando, Vânia e Laura pelo apoio, amizade incondicional e por compartilharem comigo a mesma história. Sei que sempre poderei contar com vocês.
Ao meu irmão João (in memorian) pelos anos que passamos juntos. Sinto muito a sua falta!

Às amigas Patrícia Coertjens, Daiane Falkembach, Adriane Pasqualoto, Alexandra Hübner e Anelise Dumke pelo apoio e auxílio durante este período. Em especial à Patrícia Coertjens pela sua generosidade e amizade verdadeira.

À estatística Vânia Naomi Hirakata, pela orientação e competência na análise dos dados.

Aos funcionários do Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre – Cleonisse, Júlio, Luciana, Fernanda e Rejane pelo apoio e auxílio técnico.

Ao Marco Aurélio, secretário do Programa de Pós Graduação em Ciências Pneumológicas, pela atenção que sempre me dispensou.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro para a realização deste estudo.

Sumário

Lista de Abreviaturas vi
Lista de Tabelas viii
Lista de Figuras ix
Resumo x
Abstract xi
1 Revisão da Literatura 1
1.1 Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) 1
1.1.2 Epidemiologia 3
1.1.3 Diagnóstico e Classificação da Gravidade 4
1.1.4 Manifestações Extrapulmonares da DPOC 7
1.1.4.1 Desnutrição e perda de peso 8
1.1.4.2 Doença Cardiovascular 8
1.1.4.3 Osteoporose 9
1.1.4.4 Disfunção Muscular Esquelética 10
1.1.4.5 Intolerância ao exercício em portadores de DPOC 11
1.2.1 Teste de Esforço Cardiopulmonar 13
1.2.2 Teste de caminhada de 6 minutos 13
1.2.3 Teste Senta e Levanta 14
1.3 Avaliação da força muscular em portadores de DPOC 15
1.3.1 Método de Uma Repetição Máxima 15
1.4 Avaliação da Força Muscular Respiratória 16
1.4.1 Pressões Respiratórias Máximas 17
1.5 Relação entre Força Muscular e Testes de Exercício 19
2 Justificativa 21
3 Objetivos 23
3.1 Objetivo Geral 23
3.2 Objetivos Específicos 23
4 Referências da revisão da Literatura 24
5 Artigo 33
6 Conclusões 54
7 Considerações Finais 55
8 Anexos 56

Lista de Abreviaturas

ATS	*American Thoracic Society*
BODE	Índice prognóstico para doença pulmonar obstrutiva crônica (B: body mass index, O: airflow obstruction, D: dyspnea, and E: exercise capacity)
CAT	*COPD Assessment Test*
CI	Capacidade inspiratória
cm	Centímetros
CPT	Capacidade pulmonar total
CRF	Capacidade residual funcional
CVF	Capacidade vital forçada
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
GOLD	*Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*
HD	Hiperinsuflação dinâmica
IL	Interleucina
IMC	Índice de massa corporal
Kg	Quilograma
Kg/m^2	Quilograma por metro quadrado
mm	Milímetros
MMRC	*Modified Medical Research Council Dyspnea Scale*
OMS	Organização mundial da saúde
PEmáx	Pressão expiratória máxima
PImáx	Pressão inspiratória máxima
RM	Repetição máxima
SpO_2	Oximetria de pulso
SUS	Sistema único de saúde
TC6	Teste de caminhada de seis minutos
TECP	Teste de exercício cardiopulmonar
TNFα	Fator de necrose tumoral alfa
TSL	Teste senta e levanta
VCO_2	Produção de dióxido de carbono

VE Volume minuto

VEF_1 Volume expiratório forçado no 1º segundo

VO_2 Consumo de oxigênio

VR Volume residual

VVM Ventilação voluntária máxima

Lista de Tabelas

Dissertação

Tabela 1 - Classificação da Gravidade da DPOC.....5
Tabela 2- ESCALA DE DISPNEIA – MMRC (Modified Medical Research Council Dyspnea *Scale)* 6
Tabela 3 - Índice de BODE* 6

Artigo

Tabela 1 – Características clínicas e espirométricas de indivíduos com e sem DPOC.49
Tabela 2 – Testes funcionais em indivíduos com e sem DPOC 50
Tabela 3 – Correlações entre as variáveis e os testes realizados em 21 pacientes com DPOC e 21 indivíduos sem DPOC 51

Lista de Figuras

Dissertação

Figura 1 – Classificação de gravidade da DPOC segundo GOLD 2011[1] 7

Artigo

Figura 1 – Associação entre força do quadríceps (1RM) e pressão inspiratória máxima (PImáx) e o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1, A, B), a distância percorrida em 6 minutos (TC6, C,D) e o número de repetições no teste senta e levanta (TSL, E,F) 52

Figura 2 – Associação entre força do quadríceps (1RM) e pressão inspiratória máxima (PImáx; A) e entre o número de repetições no teste senta e levanta (TSL) e a distância percorrida em 6 minutos (TC6; B) 53

Resumo

Introdução: A força muscular periférica e respiratória pode estar reduzida em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). O impacto desta redução sobre a capacidade de realizar atividades e exercícios não é bem conhecida. **Objetivos:** Comparar a força muscular periférica e respiratória e o desempenho no teste da caminhada de 6 minutos (TC6) e no teste de senta e levanta de 1 minuto (TSL) em indivíduos com e sem DPOC e estudar o impacto da força muscular nos dois testes. **Métodos:** Foram estudados 21 pacientes com DPOC (13 homens, idade de 63±7 anos, volume expiratório forçado no primeiro segundo - VEF_1 – 1,14±0,54, 42±18% do previsto) e 21 indivíduos sem DPOC (13 homens, idade 64±7 anos, VEF_1 2,64±0,65, 106±21% do previsto). Todos os indivíduos realizaram espirometria, avaliação da pressão inspiratória máxima (PImáx) e expiratória máxima (PEmáx), teste de uma repetição máxima (1RM) para avaliar força do quadríceps, TC6 e TSL. **Resultados:** Quando comparados com controles pacientes com DPOC apresentaram valores inferiores de PImáx (77±23 cm H_2O *vs* 102±18 cm H_2O, p=0,0001), PEmáx (100±26 cm H_2O *vs* 127±23 cm H_2O, p=0,001), força do quadríceps (17±5 Kg *vs* 23±4 Kg, p=0,0001), distância no TC6 (405±76 m *vs* 539±48 m, p=0,0001) e repetições no TSL (25±6 *vs* 35±6, p=0,0001). No grupo de 42 indivíduos a distância percorrida no TC6 se associou com o VEF_1 (r=0,80, p=0,0001), com a PImáx (r=0,59, p=0,0001), com a PEmáx (r=0,63, p=0,0001), com a SpO_2 basal (r=0,61, p=0,0001) e com a força do quadríceps (r=0,63, p=0,0001). Num modelo multivariado o VEF_1, a PImáx e a dispneia basal explicaram 81% da variabilidade da distância percorrida no TC6. Em relação ao TSL as melhores correlações foram observadas com o VEF_1 (r=0,55, p=0,0001) e com a força do quadríceps (r=0,50, p=0,0001) e associação mais fraca foi observada com as pressões respiratórias máximas (r=0,34, p=0,02). A distância percorrida no TC6 se associou com o número de repetições no TSL (r=0,61, p=0,0001). **Conclusões:** Pacientes com DPOC tem redução da força muscular do quadríceps e das pressões respiratórias e um pior desempenho no TC6 e no TSL em relação aos controles. Tanto a força muscular do quadríceps como as pressões respiratórias influenciam o desempenho nos dois testes. Entretanto, o impacto da força do quadríceps sobre a distância percorrida parece depender do VEF_1. Observamos uma relação forte entre a distância percorrida e o número de elevações no TST, sugerindo que o TST possa ter um papel na avaliação funcional de pacientes com DPOC.

Palavras-chave: DPOC, teste da caminhada de seis minutos, teste senta e levanta, pressões respiratórias, força do quadríceps.

Abstract

Introduction: Peripheral and respiratory muscle strength may be reduced in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). The impact of this reduction on the ability to perform activities and exercises is not well known. **Aims:** To compare the peripheral and respiratory muscle strength and the performance in a 6-minute walk test (6MWT) and a sit-to-stand test (STST) in subjects with and without COPD and to study the impact of the muscle strength on both tests. **Methods:** We studied 21 patients with COPD (13 men, age 63±7 years, forced expiratory volume in one second, FEV_1 1.14±0.54, 42 ± 18% predicted) and 21 subjects without COPD (13 men, age 64±7 years, FEV_1 2.64±0.65, 106±21% predicted). All subjects underwent spirometry, maximal inspiratory (MIP) and expiratory pressure (MEP), one-repetition maximum (1RM) to evaluate quadriceps strength, 6MWT and STST. **Results:** When compared to controls patients with COPD showed lower values of MIP (77±23 cm H_2O *vs*. 102±18 cm H_2O, p=0.0001), MEP (100±26 cm H_2O *vs* 127±23 cm H_2O, p=0.001), quadriceps strength (17 ± 5 kg vs. 23 ± 4 kg, p=0.0001), distance in 6MWT (405±76 m vs 539±48 m, p = 0.0001) and repetitions in STST (25±6 v*s* 35±6, p=0.0001). The walked distance was associated with FEV_1 (r=0.80, p=0.0001), MIP (r=0.59, p=0.0001), MEP (r=0.63, p=0.0001), baseline SpO_2 (r=0.61, p=0.0001) and quadriceps strength (r=0.63, p=0.0001). In a multivariate model FEV_1, MIP and baseline dyspnea explained 81% of the walked distance variance in 6MWT. Regarding the TSL, the best correlations were observed with FEV_1 (r=0.55, p=0.0001) and quadriceps strength (r=0.495, p = 0.0001) while a weaker association was observed with the maximal respiratory pressures (r=0.34, p=0.02).The distance walked in 6MWT was associated with the number of repetitions in TSL (r=0.61, p=0.0001). **Conclusions:** Patients with COPD have reduced quadriceps muscle strength and respiratory pressures and a worse performance in the 6MWT and STST in relation to controls. Both the quadriceps muscle strength and respiratory pressure influenced the performance in both tests. However, the impact of quadriceps strength on the walked distance seems to depend on FEV_1. We observed a strong relationship between distance and number of elevations in STST, suggesting that STST may have a role in the functional evaluation of patients with COPD.

Keywords: COPD, six-minute walking test, sit-to-stand test, respiratory pressures, quadriceps strength.

1 Revisão da Literatura

1.1 Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC)

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma doença prevenível e tratável, onde o componente pulmonar é caracterizado pela limitação ao fluxo aéreo que não é totalmente reversível. Esta limitação ao fluxo aéreo é geralmente progressiva e associada com resposta inflamatória anormal dos pulmões à inalação de gases ou partículas tóxicas[1] causada principalmente pelo tabagismo[2-4].

A limitação crônica ao fluxo aéreo é causada por uma mistura de doença das pequenas vias aéreas (bronquiolite obstrutiva), grandes vias aéreas (bronquite crônica) e destruição do parênquima (enfisema), e suas contribuições relativas variam de pessoa para pessoa. A inflamação crônica causa alterações estruturais e estreitamento das pequenas vias aéreas. A destruição do parênquima pulmonar, também devido ao processo inflamatório, leva à perda das conexões alveolares com as pequenas vias aéreas e diminui a retração elástica pulmonar; estas alterações diminuem a capacidade das vias aéreas permanecerem abertas durante a expiração levando à hiperinsuflação pulmonar e aumento da resistência ao fluxo aéreo[5].

Os sintomas característicos da DPOC incluem: tosse, produção de secreção e dispneia crônica que na maioria dos casos aumenta progressivamente. A tosse crônica e a produção de secreção, que caracterizam a bronquite crônica, geralmente antecedem o desenvolvimento da limitação ao fluxo aéreo. Porém, no caso dos pacientes com predomínio de enfisema, a dispneia é a principal manifestação da doença e costuma se manifestar quando já ocorreu uma perda significativa da função pulmonar[3,5].

Embora a DPOC acometa predominantemente os pulmões, ocorrem importantes manifestações extrapulmonares relacionadas à enfermidade, que podem contribuir para a gravidade e prognóstico[6]. Entre as manifestações extrapulmonares, estão a alteração dos músculos respiratórios e a alteração dos músculos esqueléticos periféricos. O comprometimento da musculatura esquelética contribui para a intolerância ao exercício, para a piora progressiva do condicionamento físico, podendo levar à limitação das atividades de vida diária destes pacientes[7]. Comorbidades como

osteoporose, depressão, desnutrição, anemia, cardiopatia isquêmica, hipertensão arterial sistêmica e diabetes melitus também são frequentes nos pacientes portadores de DPOC.

1.1.1 Fatores de Risco

Os fatores de risco para a DPOC estão diretamente relacionados à interação existente entre predisposição genética e exposição a fatores ambientais[5,8]. A inalação de fumaça de cigarro, exposições ocupacionais, exposição à fumaça resultante da queima de lenha e gases irritantes, além de fatores genéticos são os agentes causadores de DPOC mais conhecidos[9].

O tabagismo é considerado o principal fator de risco para a DPOC no nosso meio. Indivíduos fumantes suscetíveis apresentam uma maior prevalência de sintomas respiratórios, maior taxa anual de declínio no volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e maior taxa de mortalidade, quando comparados a não fumantes. O risco para DPOC é dose-dependente, ou seja, o tempo/idade de início do tabagismo, o número total de maços de cigarro consumidos por ano, e o tabagismo atual são preditivos de mortalidade. Porém, nem todos os indivíduos fumantes desenvolvem DPOC, o que sugere que fatores genéticos influenciam no risco individual[5]. O risco atribuído ao tabagismo ativo no desenvolvimento da DPOC varia de 40% a 70% conforme o país[8].

Outros fatores, dependendo do tempo e da intensidade da exposição, como a exposição passiva à fumaça do cigarro, a exposição à fumaça de lenha[9], a poluição do ar (principalmente o dióxido de enxofre), e a exposição ocupacional a determinados produtos químicos (como o cádmio)[10] podem também contribuir para o acúmulo de partículas inaladas e para a presença de sintomas decorrentes da DPOC, mesmo na ausência do tabagismo[9].

A deficiência de alfa 1 antitripsina, que é o principal componente do sistema antiprotease circulante, é um importante fator genético para o desenvolvimento da DPOC. Nesta deficiência ocorre desenvolvimento prematuro e acelerado de enfisema panlobular / panacinar e declínio na função pulmonar em indivíduos fumantes e não

fumantes, sendo o risco consideravelmente maior em tabagistas, uma vez que o consumo do tabaco acelera a perda funcional[5].

1.1.2 Epidemiologia

A DPOC é uma das mais principais causas de morbidade e mortalidade no mundo, resultando num custo econômico e social considerável e crescente[5]. A sua prevalência, morbidade e mortalidade variam de acordo com o país, mas em geral, estão diretamente relacionadas com a prevalência do tabagismo[5,11].

De acordo com levantamento realizado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), em 2002 a DPOC ocupava a 5ª posição no ranking mundial das principais causas de morte, tendo sido responsável em 2005 por mais de 3 milhões de óbitos, correspondendo a 5% do total de mortes no mundo. Projeções apontam para um aumento no número de óbitos em mais de 30% nos próximos dez anos, e segundo estimativas da OMS, em 2030 esta enfermidade se tornará a 3ª principal causa de morte no mundo[12].

No Brasil a taxa de mortalidade por DPOC apresentou um importante aumento nos últimos 20 anos, passando de 7,88/100.000 habitantes na década de 1980, para 19,04/100.000 habitantes na década de 1990, apresentando crescimento de 340%. No ano de 2003, foi responsável por 196.698 internações, sendo a 5ª causa de internações pelo Sistema Único de Saúde (SUS) em indivíduos acima de 40 anos, gerando custos de aproximadamente R$72 milhões para o país[2].

O Projeto Latino-Americano de Investigação em Doença Pulmonar Obstrutiva (PLATINO) avaliou a prevalência de DPOC em uma amostra da população com idade igual ou superior a 40 anos, em cinco cidades da América Latina (São Paulo/Brasil; Cidade do México/México; Montevidéu/Uruguai; Santiago/Chile; Caracas/Venezuela). A prevalência encontrada neste estudo variou de 7,8% (México) a 19,7% (Uruguai), apresentando uma taxa de prevalência de 15,8% no Brasil[13].

Devido ao caráter progressivo e incapacitante, a DPOC acarreta um considerável impacto econômico e social, levando à redução na produtividade, perda de dias de trabalho, aposentadorias precoces, mortes prematuras, elevado número de

consultas médicas e internações, gerando altos custos para o governo e para a sociedade[5,14].

1.1.3 Diagnóstico e Classificação da Gravidade

O diagnóstico clínico de DPOC deve ser considerado em qualquer indivíduo que apresente dispneia, tosse crônica, produção de secreção, e/ou exposição a fatores de risco para a doença, principalmente tabagismo e exposição ocupacional, devendo ser confirmado através da espirometria[5,15].

A espirometria é considerada o padrão ouro para o diagnóstico e avaliação da DPOC, por ser o teste de função pulmonar mais reprodutível, padronizado e objetivo para avaliar a limitação ao fluxo aéreo[3,5,11]. Este teste permite a avaliação de diferentes parâmetros funcionais, sendo a relação volume expiratório forçado no primeiro segundo/capacidade vital forçada (VEF_1/CVF) pós-broncodilatador e o VEF_1, os marcadores espirométricos essenciais para o diagnóstico e a classificação da gravidade espirométrica da doença, respectivamente[3,5,15].

A presença da relação VEF_1/CVF<0,70 ou 70% após uso do broncodilatador, é usada como ponto de corte para caracterizar a limitação do fluxo aéreo em portadores de DPOC. A obstrução do fluxo aéreo deve ser persistente, isto é, deve se manter ao longo do período de seguimento dos pacientes. A estratificação da gravidade espirométrica da DPOC segundo a Iniciativa Global para DPOC[1] (GOLD, *Global Initiative for chronic Obstructive Lung Disease*) é mostrada na tabela 1.

Tabela 1 – Classificação da Gravidade da DPOC

Estágio	VEF_1/ CVF	VEF_1% previsto
Estágio I: Leve	≤ 0,70	VEF_1 ≥ 80
Estágio II: Moderado	≤ 0, 70	VEF_1 ≥50 e < 80
Estágio III: Grave	≤ 0,70	VEF_1 ≥ 30 e < 50
Estágio IV: Muito Grave	≤ 0,70	VEF_1 < 30

VEF_1 : volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF : capacidade vital forçada

* GOLD 2011

Recentemente, na avaliação da gravidade da DPOC foram incorporados, além do grau de perda funcional pulmonar detectado pela espirometria, outros fatores associados à sobrevida dos pacientes. A intensidade dos sintomas, principalmente da dispneia, o estado nutricional e a limitação da capacidade de exercício passaram a ser utilizados como indicadores de prognóstico. Estes fatores foram utilizados para criar um escore prognóstico que é amplamente utilizado para pacientes com DPOC – o escore BODE[16]. Este escore, além do valor do VEF_1, considera o estado funcional baseado no grau de dispneia referida durante as atividades (escala MMRC, *Modified Medical Research Council Dyspnea Scale*)[17], a distância percorrida em 6 minutos e o IMC (maior ou menor que 21 Kg/m^2). A escala MMRC e a pontuação do escore de BODE são descritas nas tabelas 2 e 3, respectivamente.

Um segundo escore prognóstico - o escore ADO[18] - foi derivado a partir do BODE, suprimindo a distância percorrida no teste de caminhada dos 6 minutos e acrescentando a idade na análise. Este índice é menos utilizado na prática clínica.

Na última versão do GOLD (2011)[1] foi proposta uma nova versão de gravidade, que leva em consideração além da função pulmonar (VEF_1), o número de exacerbações no último ano (< 2 ou ≥ 2) e a intensidade dos sintomas (MMRC e ou CAT, *COPD Assessment Test*). A classificação proposta – que varia de A a D de acordo com a gravidade é exemplificada na figura 1.

Complicações da doença de base como hipoxemia, hipercapnia, cor pulmonale, a presença de bronquiectasias e de desnutrição também interferem no prognóstico da DPOC. Adicionalmente, a presença de comorbidades pode ter uma influência negativa na sobrevida dos pacientes[5].

Tabela 2 - ESCALA DE DISPNEIA – MMRC (Modified Medical Research Council Dyspnea *Scale)*

Grau	Descrição
0	Sem problemas de falta de ar exceto com exercício intenso.
1	Falta de ar quando caminha apressado no plano ou quando sobe ladeira “leve”.
2	Caminha mais lentamente que pessoas da sua idade no plano por causa de falta de ar ou tem que parar para respirar quando caminha no seu próprio passo no plano.
3	Para para respirar após caminhar cerca de 100 metros ou após andar poucos minutos no plano.
4	Muita falta de ar para sair de casa, ou falta de ar quando tira ou veste a roupa.

Fonte: Modificado de Brooks,1982[17].

Tabela 3 - Índice de BODE*

Pontos	**0**	**1**	**2**	**3**
VEF_1%	≥ 65	50 - 64	36 - 49	≤ 35
Distância no TC6 (m)	≥ 350	250 - 349	150 - 249	≤ 149
MMRC	0 - 1	2	3	4
IMC	> 21	≤ 21		

VEF_1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; TC6: Teste da caminhada de 6 minutos; MMRC: *Modified Medical Research Council Dyspnea Scale*; IMC: Índice de massa corporal

*Pontuação: 0= melhor a 10= péssimo; Fonte: Celli, 2004[16].

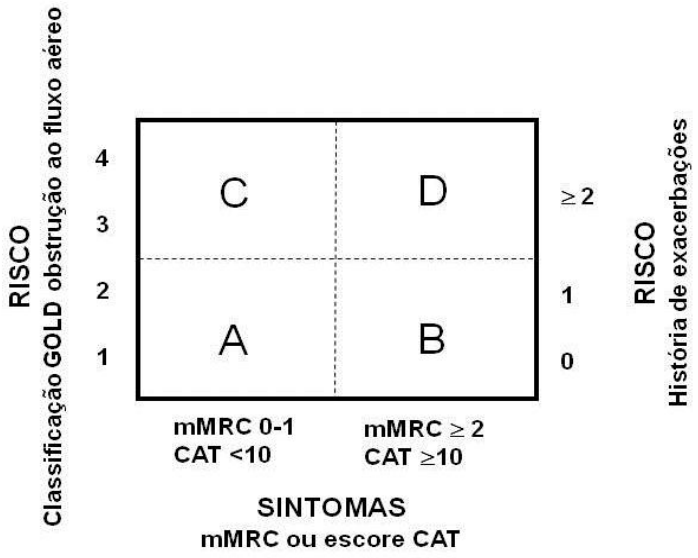

Figura 1 – Classificação de gravidade da DPOC segundo GOLD 2011[1]

1.1.4 Manifestações Extrapulmonares da DPOC

Atualmente a DPOC é reconhecida como uma doença prevenível e tratável, com significativos efeitos extrapulmonares[5], que tem impacto sobre diferentes órgãos[19], e que podem contribuir para a gravidade da doença[5].

A presença de inflamação em pacientes com DPOC tem sido associada com uma variedade de manifestações extrapulmonares ou comorbidades, sendo a resposta inflamatória sistêmica caracterizada pela mobilização e ativação de células inflamatórias para a circulação, produção de proteínas de fase aguda e aumento de mediadores inflamatórios na circulação[19,20].

As principais manifestações extrapulmonares ou comorbidades reconhecidas incluem anormalidades metabólicas[21], perda de peso e desnutrição[19,21], doenças cardiovasculares[19,21,22], depressão e ansiedade[23] disfunção muscular esquelética[19,21,22] e osteoporose[19,21,22].

Em muitos pacientes com DPOC as manifestações extrapulmonares podem ser mais importantes do que a própria limitação ao fluxo aéreo[21], e podem resultar em comprometimento da capacidade funcional, agravamento da dispneia [22], redução da qualidade de vida e aumento da mortalidade[19,22].

Os mecanismos subjacentes às manifestações extrapulmonares da DPOC são de grande interesse, pois embora a queda do VEF_1 se associe com a sobrevida, os achados extrapulmonares tem reconhecido valor prognóstico e contribuem para a morbidade e a mortalidade nesses pacientes[19].

1.1.4.1 Desnutrição e perda de peso

Em pacientes com DPOC, a desnutrição[24] e a perda de peso[25] não são incomuns e estão associadas com redução da capacidade funcional, pior estado de saúde, perda muscular[26] e aumento da mortalidade[27]. Estudo realizado por Prescott e colaboradores[28] mostrou que grande parte dos pacientes portadores de DPOC apresenta perda de peso que se acentua de acordo com a progressão da doença, e está associada com mau prognóstico nesses pacientes.

A etiologia da desnutrição e da perda de peso na DPOC é multifatorial. Entre os fatores que contribuem para estas alterações estão a redução da ingestão calórica, o aumento do trabalho respiratório devido à alteração da mecânica ventilatória, o efeito da inflamação sistêmica (TNFα)[24] o aumento do gasto energético em repouso, e o uso de determinadas medicações[29].

1.1.4.2 Doença Cardiovascular

A doença cardiovascular é uma comorbidade bastante comum e frequente em pacientes com DPOC além de ser uma importante causa de internação hospitalar[30] e mortalidade neste grupo de pacientes[31]. Estudos mostram que as taxas de morbidade e mortalidade por doença cardiovascular é aproximadamente duas vezes maior em pacientes com DPOC quando comparados a população em geral[31] e que a gravidade da DPOC está positivamente associada ao aumento da prevalência e mortalidade cardiovascular, bem como com a incidência de hospitalizações por causas cardiovasculares[32].

Os mecanismos pelos quais a DPOC afeta negativamente o sistema cardiovascular não estão totalmente compreendidos, mas evidências apontam para a inflamação sistêmica persistente que acompanha portadores de DPOC como um fator

fundamental que pode contribuir para o desenvolvimento da doença cardiovascular a partir da liberação de mediadores inflamatórios como proteínas de fase aguda (proteína C reativa), citocinas e quimiocinas na circulação sanguínea. Esses mediadores inflamatórios aumentam a capacidade de coagulação sanguínea e ativam o endotélio vascular, levando à inflamação dos vasos sanguíneos e à formação e ruptura de placas ateroscleróticas[19,33]. Além disso, algumas medicações utilizadas por portadores de DPOC, como broncodilatadores de curta ou longa duração, também tem sido associadas com aumento do risco de eventos cardiovasculares nesses pacientes através da estimulação do sistema cardiovascular[33,35].

Aliados aos mecanismos citados acima, pacientes com DPOC compartilham importantes fatores de risco para doença cardiovascular tais como tabagismo, idade avançada e sedentarismo[31]. Além disso, a redução do VEF_1 é um importante marcador de mortalidade cardiovascular[33]. Assim, a associação de múltiplos fatores pode estar relacionada com a alta prevalência e incidência de doença cardiovascular em pacientes portadores de DPOC.

1.1.4.3 Osteoporose

A osteoporose é um problema significativo em pacientes com DPOC avançada [35]. Em um estudo realizado por Jorgensen e colaboradores[36], foi observada alta prevalência de baixa densidade mineral óssea e de osteoporose mesmo nos estágios mais leves da doença. Neste mesmo estudo, os autores mostraram que 44,8% dos pacientes com DPOC grave apresentam osteoporose, e 22,4% osteopenia. Num estudo realizado no ambulatório especializado em DPOC do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, com 95 pacientes sendo que destes 76% apresentavam doença grave ou muito grave, observou-se osteopenia em 42% e osteoporose em 42% dos casos[37].

A etiologia da osteoporose em pacientes com DPOC inclui fatores como idade avançada[22], tabagismo[22,35], deficiência de vitamina D[35], baixo índice de massa corporal[22,35], hipogonadismo[35], sedentarismo[22,35] e uso de glicocorticoides[22,35]. O uso de corticoides inalatórios tem sido implicado por cerca de 10 a 50% das fraturas atribuídas à osteoporose em pacientes com DPOC[19].

A inflamação sistêmica, com liberação de citocinas pró-inflamatórias circulantes como TNF-α (fator de necrose tumoral α) e IL-1 (interleucina1), também tem sido associada às alterações no metabolismo ósseo que levam à osteoporose em pacientes com DPOC[19].

1.1.4.4 Disfunção Muscular Esquelética

A disfunção muscular esquelética é um dos principais efeitos extrapulmonares da DPOC apresentando impacto negativo sobre o estado de saúde[38] e capacidade funcional destes pacientes[39]. A perda de massa muscular esquelética ocorre em aproximadamente 30% dos portadores de DPOC[40] e é responsável pela redução na força muscular devido à diminuição de unidades funcionais disponíveis para a contração muscular[41] com consequente instalação de fraqueza muscular.

Fatores como descondicionamento muscular por desuso[42], desnutrição[43], miopatia pelo uso de corticosteróides sistêmicos[44], hipoxemia[45], inflamação sistêmica (com aumento dos níveis circulantes de citocinas pró-inflamatórias)[46] e alterações hormonais[47] têm sido sugeridos como potenciais contribuintes para o desenvolvimento da disfunção muscular esquelética em pacientes com DPOC, com evidências apontando para o descondicionamento por desuso como uma das causas mais comuns[48]. Portadores de DPOC tendem a diminuir seu nível de atividade física por medo da dispneia, o que pode resultar em um ciclo vicioso com reduções da atividade física gerando descondicionamento com consequente aumento do comprometimento muscular esquelético, levando à percepção de sintomas em níveis de trabalho cada vez mais baixos[49].

As anormalidades musculoesqueléticas em portadores de DPOC ocorrem tanto na musculatura ventilatória quanto na musculatura periférica, porém com padrões de carga diferentes. Enquanto os músculos respiratórios, particularmente o diafragma, estão expostos a uma carga de trabalho aumentada devido à alta resistência das vias aéreas e hiperinsuflação (o que os torna cronicamente sobrecarregados e mais propensos à fadiga), os músculos periféricos, principalmente de membros inferiores, tornam-se subutilizados devido ao estilo de vida sedentário adotado por estes pacientes (inatividade crônica), levando ao descondicionamento muscular e/ou à

atrofia por desuso e reduzindo sua massa muscular e sua capacidade oxidativa, tornando-os também mais suscetíveis à fadiga[50,51].

Estudos mostram que pacientes com DPOC apresentam diminuição significativa de força em membros superiores e inferiores, quando comparados com indivíduos saudáveis[48,52]. A diminuição da força muscular é mais acentuada nos membros inferiores, com o músculo quadríceps apresentando menos força do que os músculos da cintura escapular. Esta distribuição desigual de força apoia o conceito de descondicionamento por desuso, sugerindo que enquanto os músculos dos membros inferiores são menos utilizados, os músculos da cintura escapular estão mais envolvidos nas atividades de vida diária, além de participarem concomitantemente da respiração acessória[48].

Em indivíduos com DPOC, a disfunção muscular esquelética está associada à perda de força muscular, que é um importante determinante da capacidade de exercício independente da gravidade da doença[22], e um importante preditor de mortalidade em pacientes com DPOC, independente da função pulmonar, idade e IMC[53].

1.1.4.5 Intolerância ao exercício em portadores de DPOC

A intolerância ao exercício é uma das queixas mais frequentes entre portadores de DPOC[54]. Além do comprometimento pulmonar, outros fatores estão envolvidos na limitação ao exercício nestes indivíduos, tais como: 1) a limitação ventilatória devido ao comprometimento da mecânica respiratória e disfunção dos músculos ventilatórios; 2) as anormalidades metabólicas e nas trocas gasosas; 3) a disfunção muscular periférica; 4) o comprometimento cardíaco; 5) os sintomas relacionados ao esforço, e 6) as combinações de alguns destes fatores interdependentes[55]. Entre os fatores citados acima a limitação ventilatória e a muscular periférica tem um papel importante no comprometimento da capacidade de exercício nestes pacientes.

A hiperinsuflação pulmonar ocorre nos estágios mais avançados da DPOC e é definida como um aumento na capacidade pulmonar total. Uma maior quantidade de ar permanece nos pulmões no final da expiração espontânea em decorrência da complacência pulmonar aumentada e da limitação ao fluxo aéreo, causadas pelo

enfisema[56]. A hiperinsuflação reduz a capacidade inspiratória (CI) e aumenta a capacidade residual funcional (CFR), principalmente durante o exercício (hiperisuflação dinâmica)[5]. O aumento da demanda ventilatória durante o exercício em pacientes fluxo-limitados aumenta o alçaponamento de ar, aumentando ainda mais os volumes pulmonares já aumentados em repouso, resultando em dispneia e limitação da capacidade de exercício[55]. Os músculos respiratórios também são afetados pela hiperinsuflação. À medida que a hiperinsuflação aumenta, o diafragma é empurrado para baixo tornando-se retificado, isto reduz o seu comprimento em repouso, produzindo uma desvantagem mecânica substancial e perda da geração da capacidade de tensão, tornando-o sobrecarregado e mais suscetível a fadiga, especialmente durante o exercício[50].

A dispneia é o principal sintoma limitante do exercício em pacientes com DPOC avançada e muitas vezes leva o indivíduo a evitar a atividade física, com consequente descondicionamento muscular esquelético[56].

A hipoxemia, um achado bastante comum em portadores de DPOC, resulta em menor conteúdo de O_2 sanguíneo podendo elevar a resistência vascular pulmonar e gerar hipertensão arterial pulmonar e consequente insuficiência cardíaca direita. A consequente redução do débito cardíaco, juntamente com o baixo teor de oxigênio, reduz o fornecimento de oxigênio a todos os órgãos do corpo, incluindo os músculos esqueléticos[50]. Associado a isto, o descondicionamento físico gerado pela sub-utilização dos músculos periféricos (principalmente membros inferiores) devido ao estilo de vida sedentário destes pacientes, pode levar à atrofia por desuso, com consequente limitação ao exercício.

Estudos mostram que pacientes com DPOC apresentam fadiga nos membros inferiores durante atividades físicas, indicando que a disfunção muscular periférica, com consequente desconforto de membros inferiores durante o exercício, pode contribuir para a limitação da capacidade de exercício nestes pacientes[57].

A anemia também pode contribuir para o agravamento da dispneia e para o comprometimento da capacidade de exercício, porém o mecanismo pelo qual ela interfere na capacidade de exercício ainda não está bem estabelecido[58].

1.2 Avaliação da capacidade de exercício em portadores de DPOC

A capacidade física pode ser avaliada através de testes de esforço máximo ou submáximo. A escolha de um destes tipos de testes irá depender dos motivos pelos quais o teste será realizado, do perfil do indivíduo que será submetido ao teste e da disponibilidade de equipamento e profissional adequado[59].

1.2.1 Teste de Esforço Cardiopulmonar

O teste de esforço cardiopulmonar (TECP) considerado o padrão ouro para avaliação da capacidade física, é um teste de esforço máximo que permite a avaliação de variáveis cardiopulmonares como consumo de oxigênio (VO_2), produção de gás carbônico (VCO_2), ventilação minuto (VE), frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistêmica, hiperinsuflação dinâmica (HD), dessaturação relacionada ao exercício (SpO_2), além de sensação de dispneia e de desconforto de membros inferiores durante o exercício[60]. Porém, este método de avaliação tem alto custo operacional, necessita de equipe altamente treinada para sua execução, e tende a ser demorado[59].

1.2.2 Teste de caminhada de 6 minutos

O teste de caminhada de 6 minutos (TC6) é um teste de esforço submáximo, prático e simples, onde o ritmo da caminhada é estabelecido pelo próprio indivíduo, e tem como principal objetivo avaliar a distância percorrida no período de 6 minutos. Além da avaliação da capacidade funcional, o TC6 é indicado para avaliação pré e pós-operatória e para medir a resposta a intervenções terapêuticas[61], onde o aumento de 54 metros na distância percorrida é considerado significativo em pacientes com DPOC[62].

As contraindicações absolutas para a realização do TC6 incluem angina instável e infarto do miocárdio recente, e as relativas são FC em repouso maior que 120 bpm, e pressão sistólica e diastólica superior a 180 mmHg e 100 mmHg, respectivamente[61]. De acordo com as diretrizes da ATS[61], o teste deve ser realizado em um corredor plano, de no mínimo 30 metros de comprimento, em local pouco movimentado, com um cone marcando o local de início e de final do percurso, além de marcação a cada 3

metros. Os pacientes devem ser orientados a vestir roupas e calçados confortáveis, e a não se exercitarem de maneira vigorosa pelo menos 2 horas antes do início do teste. Antes do início o teste deve ser explicado ao paciente, assim como as causas para sua interrupção imediata (dor no peito, dispneia intensa, cãibra nos membros inferiores, tontura, sudorese, palidez).

As frequências cardíaca e respiratória, pressão arterial, oximetria de pulso (SpO_2), sensação de dispneia e desconforto de membros inferiores (mensurados através da escala de Borg)[63] , devem ser coletadas antes do início e no final do teste. Durante a realização do teste, a cada minuto devem ser utilizadas frases de incentivo padronizadas, informando ao paciente o tempo que falta para o término do mesmo. (Ex: Você está indo muito bem. Você tem ainda 5 minutos para caminhar)[62].

A distância percorrida em 6 minutos faz parte de um escore prognóstico para portadores de DPOC (índice de BODE)[16], juntamente com o grau de obstrução ao fluxo aéreo (VEF_1), o IMC, e o grau de dispneia (mensurada através da escala MMRC)[16]. Estudos indicam que o TC6 é um bom preditor de morbidade e mortalidade [58,64], além de permitir a detecção da dessaturação durante o exercício em portadores de DPOC[65]. Em resumo o TC6 é um teste de fácil aplicação, de baixo custo, seguro, reprodutível, e que reflete as atividades de vida diária[62].

1.2.3 Teste Senta e Levanta

O teste senta e levanta (TSL) é um método simples e seguro de avaliação funcional em indivíduos idosos, e consiste em contar o número de vezes que o indivíduo consegue levantar da cadeira sem utilizar os braços para auxílio, no período de 1 (um) minuto[67,68].

O teste deve ser realizado em uma cadeira fixa ao solo, com altura padrão de 46 cm, sem apoio para os braços. O teste inicia com o indivíduo sentado com os braços cruzados sobre o tórax, pés apoiados no chão, na largura do quadril e joelhos fletidos a 90°. Ao comando “Vá”, o indivíduo é orientado a levantar e sentar quantas vezes possível, sem utilizar os braços para auxílio, durante o período de um minuto. O número de elevações realizadas no período estabelecido deve ser registrado[67]. As frequências cardíaca e respiratória, pressão arterial, SpO_2, sensação de dispneia e

desconforto de membros inferiores (mensurados através da escala de Borg), devem ser coletadas antes do início e no final do teste.

Um estudo comparando o TC6 com TSL em portadores de DPOC, mostrou que o TSL é capaz de determinar o estado funcional do paciente, entretanto produz menos estresse hemodinâmico que o TC6 nestes pacientes[67].

1.3 Avaliação da força muscular em portadores de DPOC

Força muscular é a capacidade de um músculo ou grupo muscular específico de gerar tensão[59], podendo ser avaliada de maneira estática ou dinâmica, através de diferentes métodos como: tensiometria, dinamometria, equipamentos isocinéticos e método de repetição máxima[69].

Os testes de força muscular tem principal aplicação na investigação científica, em casos onde é necessário o conhecimento dos níveis de força dos sujeitos nas situações pré e pós-treinamento, e na prescrição do treinamento do protocolo de pesquisa[71]. Entre os testes de força máxima, o método de uma repetição máxima (1RM) é a medida mais comum[59, 71].

1.3.1 Método de Uma Repetição Máxima

A força máxima é frequentemente medida pelo teste de uma repetição máxima (1RM), que é definido como a maior carga que pode ser movida por uma amplitude específica de movimento uma única vez e, com execução correta [70]. Este teste vem sendo amplamente utilizado para avaliação da força dinâmica, uma vez que é um método prático, de baixo custo operacional, aparentemente seguro para a maioria das populações, e confiável[71,72]. Entretanto, quando realizado de forma inadequada pode resultar em sérias lesões[73].

O teste de 1RM envolve um procedimento de tentativa e erro, onde pesos progressivamente maiores são levantados até que se atinja a capacidade máxima do indivíduo. Diversos fatores devem ser considerados para a correta avaliação através do teste, dentre eles: seleção do peso inicial, intervalo de descanso entre as tentativas, aumentos ou reduções no peso entre as tentativas e a correta execução do exercício[71].

De acordo com as orientações de Brown e Weir[71], antes do início do teste o indivíduo deve realizar entre 3 e 5 minutos de aquecimento através de atividade envolvendo a musculatura a ser testada, seguido de alongamento estático da musculatura envolvida no teste. Após deve ser realizado aquecimento de oito repetições a 50% de 1RM estimada (pelo avaliador) e seguida de mais três repetições a 70% de 1RM estimada (pelo avaliador). Após um período de 5 minutos de descanso, inicia-se então o teste, com exercícios com pesos progressivamente maiores, até que a capacidade máxima do indivíduo seja alcançada. No caso de falha ao realizar o movimento com o peso selecionado, a carga deve ser diminuída. O intervalo para descanso entre as tentativas do teste deve ser de 1 a 5 minutos, com número máximo de 5 tentativas. O teste de 1RM tem sido amplamente utilizado na área de envelhecimento, tanto como medida diagnóstica de força muscular quanto como parâmetro para a prescrição e a monitorização de um determinado exercício[74], mostrando-se um método seguro e confiável para a avaliação da força muscular nestes indivíduos[75,76].

Embora poucos trabalhos utilizem o teste de 1RM para a avaliação da força muscular periférica em portadores de DPOC, este método tem se mostrado uma alternativa útil e segura para a avaliação da força muscular periférica nestes pacientes, além de demonstrar associação com a capacidade de exercício avaliada através do TC6[77].

1.4 Avaliação da Força Muscular Respiratória

O desempenho ventilatório é determinado pelas propriedades mecânicas dos pulmões e da parede torácica e pela capacidade dos músculos respiratórios em gerar tensão[78,79]. Enquanto a avaliação dos músculos dos membros pode ser feita diretamente através da força que eles podem desenvolver no levantamento de pesos, a avaliação dos músculos respiratórios pode ser determinada indiretamente pela medida das pressões exercidas contra uma via aérea ocluída[78].

A força dos músculos respiratórios pode ser avaliada através de medidas estáticas (pressões respiratórias máximas), ou inferida a partir de manobras dinâmicas como a ventilação voluntária máxima (VVM)[79]. Atualmente a medida das pressões

respiratórias máximas é o método mais utilizado para medir a força muscular respiratória e quantificar sua gravidade.

1.4.1 Pressões Respiratórias Máximas

A medida das pressões respiratórias máximas é um teste simples, não invasivo, rápido e de baixo custo. O teste é realizado através de esforço voluntário utilizando-se manovacuômetro eletrônico ou mecânico, e permite a avaliação de duas medidas: pressão inspiratória máxima (PImáx) e pressão expiratória máxima (PEmáx)[78,79].

A medida da pressão durante essas manobras (PImáx e PEmáx) reflete a pressão desenvolvida pelos músculos respiratórios e a pressão do recolhimento elástico passivo do sistema respiratório (pulmão e parede torácica)[80].

A pressão máxima gerada durante uma contração isométrica varia diretamente com o comprimento do músculo em repouso. Consequentemente os valores das pressões inspiratória e expiratória máximas dependerão do volume pulmonar em que os testes serão realizados[78]. Além disso, dependem da cooperação do indivíduo em realizar esforço máximo e da adequada compreensão das manobras[81].

A pressão inspiratória máxima representa a maior pressão que pode ser gerada durante a inspiração contra uma via aérea ocluída[79], é normalmente medida a partir do volume residual[81] e representa a força diafragmática[78]. A pressão expiratória máxima é a maior pressão que pode ser gerada durante uma expiração forçada contra uma via aérea ocluída[79], é medida a partir da capacidade pulmonar total (CPT)[81], e corresponde à força da musculatura abdominal e intercostal [78].

As manobras inspiratória e expiratória máximas são realizadas com o indivíduo conectado a um bucal contendo um orifício de 2mm de diâmetro (que serve para evitar o fechamento glótico durante a manobra de PImáx e dissipar as pressões geradas pelos músculos da face durante a manobra de Pemáx[80,81]. O valor das pressões são mensurados através de um manovacuômetro e registradas em cmH_2O, sendo a PImáx expressa com valores negativos e a PEmáx com valores positivos[78].

Indicações do teste: diagnóstico diferencial de dispneia ou de distúrbio restritivo sem causa aparente; confirmação da disfunção dos músculos ventilatórios em certos

estados mórbidos; avaliação da resposta à fisioterapia e à reabilitação respiratória; avaliação pré-operatória da função dos músculos ventilatórios; avaliação da possibilidade de desmame da ventilação mecânica.

Contraindicações absolutas do teste: infarto agudo do miocárdio ou angina instável recente; hipertensão arterial sistêmica grave e sem controle; aneurisma da orta; pneumotórax; fístulas pleurocutâneas ou pulmonares; cirurgia ou traumatismo recente sobre as vias aéreas superiores, tórax ou abdômen; hérnias abdominais; problemas agudos de ouvido médio glaucoma ou descolamento de retina; hidrocefalia, meningocele; estado geral de deterioração física ou mental que impeça a colaboração do paciente. As contraindicações relativas do teste incluem: pouca colaboração do paciente, traqueostomia, paralisia facial, história de síncope tussígena, doenças da coluna vertebral [81].

Descrição da técnica de manovacuometria[81]:

- O paciente deve estar sentado (em condições ambulatoriais);

- Conectado ao manovacuômetro por bucal com oclusão nasal;

- O teste deve ser realizado por um técnico experiente, que deverá ensinar e demonstrar os procedimentos do exame aos indivíduos a serem testados, além de observar para que não ocorra vazamentos durante a realização da manobra, e incentivá-los a produzir esforços realmente máximos.

- Para a mensuração da PImáx : o indivíduo deve expirar até alcançar o volume residual, conectar-se imediatamente à peça bucal e efetuar esforço inspiratório máximo contra a via aérea ocluída (manobra de Müller).

- Para a mensuração da PEmáx : o indivíduo deve inspirar até alcançar a capacidade pulmonar total e, em seguida conectado à peça bucal, efetuar esforço expiratório máximo contra a via aérea ocluída (manobra de Valsalva).

- O número máximo de manobras deve ser no máximo 5;

- Entre cada manobra deve haver intervalo de no mínimo um minuto para descanso;

- O teste será considerado válido se forem obtidas pelo menos três manobras consideradas aceitáveis (isto é, sem vazamento e com duração de pelo menos 2 segundos), e se houver entre as manobras aceitáveis, pelo menos duas manobras reprodutíveis (isto é, com valores que não difiram entre si em mais de 10% do valor mais elevado).

Considerando as recomendações acima, o valor mais alto alcançado para PImáx e PEmáx deve ser registrado como a representação da força muscular inspiratória e expiratória, respectivamente. Os valores encontrados nos testes são comparados com equações ou tabelas de valores previstos, sendo os valores de referência de Black e Hyatt[82] os mais frequentemente utilizados.

Equações para o cálculo das pressões respiratórias máximas em função da idade, de acordo com o sexo (tabela de Black)[82]

Homens de 20 anos a 80 anos:

PImáx = 143 – (0,55 X idade)

PEmáx= 268 – (1,03 X idade)

Mulheres de 20 anos a 86 anos:

PImáx = 104 – (0,51 X idade)

PEmáx = 170 – (1,03 X idade)

Valores abaixo de 60% do previsto são considerados anormais e indicativos de alteração na integridade da musculatura respiratória[78].

1.5 Relação entre Força Muscular e Testes de Exercício

Evidências apontam para uma relação entre diminuição da força muscular e redução da capacidade de exercício em indivíduos com DPOC. Estudo realizado por Dourado e colaboradores[78] encontrou associação positiva entre força muscular inspiratória e distância caminhada em 6 minutos avaliada através do TC6 em indivíduos com DPOC.

Ao estudar a relação entre força muscular e capacidade de exercício em portadores de DPOC, Gosselink e colaboradores[52] encontraram associação entre a distância percorrida em 6 minutos e a força muscular de quadríceps, e entre a distância

percorrida e a força muscular inspiratória, demonstrando que ambas são importantes determinantes da capacidade de exercício. Do mesmo modo, Singer e colaboradores[83] também encontram associação entre redução da força muscular inspiratória, redução da força muscular de quadríceps e diminuição da capacidade de exercício em portadores de DPOC, e observaram que a presença concomitante de ambas leva a um comprometimento ainda maior da capacidade de exercício destes pacientes.

Num estudo adicional Ozalevli e colaboradores[67] avaliaram manualmente a força muscular de quadríceps e realizaram TC6 e TSL em 53 pacientes com DPOC e 15 controles. Os autores observaram que em relação aos controles, pacientes com DPOC apresentaram um pior desempenho nos dois testes de exercício, porém uma boa correlação entre os testes. Adicionalmente, a força muscular do quadríceps se associou à distância percorrida em 6 minutos e ao número de repetições avaliadas através do TSL.

2 Justificativa

A DPOC é uma doença respiratória crônica, que apresenta importantes manifestações extrapulmonares[19] e comorbidades, as quais podem influenciar o quadro clínico, o prognóstico e a qualidade de vida dos portadores da doença. Entre estas manifestações, a disfunção muscular esquelética tem despertado particular interesse devido a sua contribuição para a limitação ao exercício nestes pacientes.

Em conjunto com a dispneia[87], a baixa tolerância ao exercício é a queixa mais comum entre portadores de DPOC[54]. A intolerância ao exercício já foi atribuída exclusivamente ao comprometimento respiratório e à hiperinsuflação que esses pacientes apresentam[88], porém, outros estudos mostraram que a redução da força muscular ventilatória e periférica em portadores de DPOC é um fator que contribui adicionalmente para a limitação da capacidade de exercício[77].

Killian e colaboradores[57] relataram a fadiga de membros inferiores como um sintoma limitante ao exercício em indivíduos com DPOC, demonstrando a importância da disfunção muscular periférica sobre a capacidade de exercício nestes pacientes. Este achado foi confirmado por outros estudos[85], sendo que a fadiga de membros inferiores pode ser um fator independente do grau de obstrução ao fluxo aéreo[39]. Além de contribuir para a baixa tolerância ao exercício, a fraqueza muscular esquelética está associada a maior utilização dos serviços de saúde[38]. Swallow e colaboradores[53] demonstraram que, a fraqueza muscular periférica avaliada através da força muscular de quadríceps, é um preditor de mortalidade melhor do que índices tradicionalmente aceitos, como o IMC, a idade e o VEF_1.

O desempenho da musculatura esquelética pode ser avaliado por diferentes métodos. Tanto a manovacuometria como o teste de 1RM, usados respectivamente para avaliar a força dos músculos ventilatórios e da musculatura de membros inferiores, tem se mostrado métodos práticos, confiáveis e de baixo custo. Do mesmo modo, dois testes funcionais – o teste da caminhada de 6 minutos e o teste senta e levanta – são alternativas simples e fáceis de executar – para avaliação da capacidade de exercício funcional de pacientes com DPOC e de idosos em geral.

Portanto, diante das evidências da importância da função muscular esquelética em portadores de DPOC, torna-se extremamente útil comparar a força muscular ventilatória e periférica de pacientes portadores da doença com a de indivíduos normais, assim como determinar o impacto das mesmas sobre o desempenho em testes de exercício submáximo.

3 Objetivos

3.1 Objetivo Geral

Estudar a relação entre força muscular respiratória e periférica e capacidade de exercício submáxima em pacientes portadores de DPOC e indivíduos sem DPOC.

3.2 Objetivos Específicos

- Comparar a força muscular respiratória e a força muscular periférica em pacientes com DPOC e indivíduos sem DPOC.
- Comparar o desempenho no teste da caminhada de seis minutos e no teste senta e levanta de um minuto em pacientes com DPOC e indivíduos sem DPOC.
- Estudar o impacto da força muscular respiratória e de quadríceps sobre a distância percorrida em seis minutos.
- Avaliar o efeito da força muscular respiratória e de quadríceps sobre o número de repetições no teste senta e levanta de um minuto.

4 Referências da revisão da Literatura

1. *Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD*. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2011. Disponível em: http://www.goldcopd.org/.

2. II Consenso Brasileiro sobre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC)2004. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia . J Pneumol 2004; 30 (5S): S1- 42.

3. Iniciativa Global para a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. Estratégia global para o diagnóstico, a conduta e a prevenção da doença pulmonar obstrutiva crônica - NHLBI/WHO Workshop Report. Relatório do painel de estudos da NHLBI/OMS 2001.

4. Eisner MD, Anthonisen N, Coultas D, Kuenzli N , Perez-Padilla R, Postma D, et al. On behalf of the Environmental and Occupational Health Assembly Committee on Nonsmoking COPD. An Official American Thoracic Society Public Policy Statement: Novel Risk Factors and the Global Burden of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Am J Respir Crit Care Med 2010; 182:693-718.

5. *Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD*. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2010. Disponível em: http://www.goldcopd.org/.

6. Lunes Filho JL, Guazzelli AC, Da Silva EF, Tassi ZC, Fiss E. Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica: como diagnosticar e tratar. Rev Bras Med 2006; 63(3):64-68.

7. Steiner MC, Morgan MDL. Enhancing physical performance in chronic obstructive pulmonary disease. Thorax 2001; 56:73-77.

8. Raherison C, Girodet PO. Epidemiology of COPD. Eur Respir Rev 2009; 18: 114, 213-221.

9. Bagatin E, Jardim JRB, Stirbulov R. Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica Ocupacional. J Bras Pneumol 2006; 32(Supl 2):S53-58.

10. Barnes PJ. Chronic Obstructive Pulmonary Disease. N Engl J Med 2000; 343(4):269-280.

11. Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist AS, Calverley P,et al. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease GOLD - Executive Summary. Am J Respir Crit Care Med 2007; 176:532-555.

12. Burden of COPD. Disponível em: www.who.int/respiratory/copd/burden/en/index.html

13. Menezes AM, Perez-padilha R, Jardim JR, Muino A, Lopez MV, Valdivia G,et al. Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Five Latin American Cities (The Platino study): a prevalence study. Lancet 2005; 366:1875-1881.

14. Campos HS. O Preço da DPOC. Pulmão RJ, 2004;13(1).

15. Celli BR, MacNee W, and committee members.Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: a summary of the ATS/ERS position paper. Eur Respir J 2004; 23:932-946(a)

16. Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Montes de Oca M, 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; 350:1005–1012.

17. Brooks SM. Task Group on Surveillance for Respiratory Hazards in the Occupational Setting. Surveillance for Respiratory Hazards. ATS News 1982; 8:12-16.

18. Puhan MA, Garcia-Aymerich J, Frey M, Riet G, Antó JM, Agustí AG, et al. Expansion of the prognostic assessment of patients with chronic obstructive pulmonary disease: the updated BODE index and the ADO index. Lancet 2009; 374:704-11.

19. van Eeden SF, Sin DD. Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Chronic Systemic Inflammatory Disease. Respiration 2008; 75:224-238.

20. Gan WQ, Man SFP, Senthilselvan A, Sin DD. Association between chronic obstructive pulmonary disease and systemic inflammation: a systematic review and a meta-analysis. Thorax 2004; 59:574-580.

21. Rennard SI. Inflammation in COPD: a link to systemic comorbidities. Eur Respir Rev 2007; 16: 105, 91-97.

22. Barnes P J; Celli BR. Systemic manifestations and comorbidities of COPD. Eur Respir J 2009; 33:1165-1185.

23. Maurer J, Rebbapragada V, Borson S, Goldstein R, Kunik ME, Yohannes A M, Hanania NA. Anxiety and depression in COPD : current understanding, unanswered questions, and research needs. Chest 2008;134:43S-56S.

24. King DA, Cordova F, Scharf SM. Nutritional aspects of chronic obstructive pulmonary disease. Proc Am Thorac Soc 2008; 5:519-523.

25. Landbo C, Prescott E, Lange P, Vestbo J, Almdal TP. Prognostic value of nutritional status in chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 1999; 160:1856-1861.

26. Schols AMWJ, Slangen J, Volovics L, Wouters EFM. Weight loss is a reversible factor in the prognosis of chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 1998; 157:1791-1797.

27. Tkác J, Man S F M P, Sin D D. Review: Systemic consequences of COPD; Ther Adv Respir Dis 2007; 1:47-59.

28. Prescott E, Almdal T, Mikkelsen KL, Tofteng CL, Vestbo J, Lange P. Prognostic value of weight change in chronic obstructive pulmonary disease: results from the Copenhagen City Heart Study. Eur Respir J 2002; 20:539-544.

29. Baarends EM, Schols AM, Van Marken Lichtenbelt WD,Wouters EF. Analysis of body water compartments in relation to tissue depletion in clinically stable patients in chronic obstructive pulmonary disease. Am J Clin Med Nutr 1997; 65 (1):88-94.

30. Sin DD, Anthonisen NR; Soriano JB, Agusti AG. Mortality in COPD: role of comorbidities. Eur Respir J 2006; 28:1245-1257.

31. Huiart L, Ernst P, Suissa S. Cardiovascular morbidity and mortality in COPD. Chest 2005; 128:2640-2646.

32. Curkendall SM, Lanes S, de Luise C, Stang MR, Jones JK, She D, Goehring E Jr. Chronic obstructive pulmonary disease severity and cardiovascular outcomes. Eur J Epidemiol. 2006; 21(11):803-813.

33. 33 - Sin DD, Man SFP. Chronic obstructive pulmonary disease: a novel risk factor for cardiovascular disease. Can J Physiol Pharmacol 2005; 83:8-13.

34. Sidney S, Sorel M, Quesenberry CP Jr, DeLuise C, Lanes S, Eisner MD. COPD and incident cardiovascular disease hospitalizations and mortality: Kaiser Permanente Medical Care Program. Chest 2005; 128:2068-2075.

35. Biskobing DM. COPD and osteoporosis. Chest 2002; 121:609-620.

36. Jorgensen NR, Schwarz P, Holme I, Henriksen BM, Petersen LJ, Backer V. The prevalence of osteoporosis in patients with chronic obstructive pulmonary disease - A cross sectional study. Respiratory Medicine 2007; 101:177-185.

37. Silva DR, Coelho AC, Dumke A, Valentini JD, Nunes JN, Stefani CL, et al. Osteoporosis prevalence and associated factors in patients with COPD: a cross-sectional study. Respir Care 2011; 56(7):961-968.

38. Decramer M, Gosselink LE, Troosters T. Muscle Weakness is Related to Utilization of Health Care Resources in COPD Patients. Eur Respir J 1997; 10: 417-423.

39. Saey D, Debigaré R, LeBlanc P, Mador MJ, Côté CH, Jobin J, Maltais F. Contractile leg fatigue after cycle exercise: a factor Limiting Exercise in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Am J Respir Crit Care Med 2003; 168(4):425-430.

40. Schols AM, Soeters PB, Dingemans AM, Mostert R, Frantzen PJ, Wouters EF. Prevalence and characteristics of nutritional depletion in patients with stable COPD eligible for pulmonary rehabilitation. Am Rev Respir Dis 1993; 147(5):1151-1156.

41. Rabinovich RA, Vilaró J. Structural and functional Changes of Peripheral Muscles in COPD Patients. Curr Opin Pulm Med 2010; 16(2): 123-133.

42. Maltais F, LeBlanc P, Simard C, Jobin J, Bérubé C, Bruneau J,et al. Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 1996; 154:442-447.

43. Schols AMWJ, Soeters PB, Mostert R,Pluymers RJ, Woutres EF. Physiologic effects of nutritional support and anabolic steroids in patients with chronic obstructive pulmonary disease. A placebo controlled randomized trial. Am J Respir Crit Care Med 1995; 152:1268-1274.

44. Decramer M, Lacquet LM, Fagard R, Rogiers P. Corticosteroids contribute to muscle weakness in chronic airflow obstruction. Am J Respir Crit Care Med. 1994; 150:11-16.

45. Jakobsson P, Jorfeldt L, Brundin A. Skeletal muscle metabolites and fibre types in patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease (COPD) with and without chronic respiratory failure. Eur Respir J 1990; 3:192-196.

46. Schols AMWJ, Buurman WA, Staal van den Brekel AJ, Dentener MA, Wouters EF. Evidence for a relation between metabolic derangements and increased levels of inflammatory mediators in a subgroup of patients with chronic obstructive pulmonary disease. Thorax 1996; 51:819-824.

47. Kamischke A, Kemper DE, Castel MA, Lüthke M, Rolf C, Behre HM et al. Testosterone levels in men with chronic obstructive pulmonary disease with or without glucocorticoid therapy. Eur Respir J 1998; 11:41-45.

48. Bernard S, Leblanc P, Whittom F, Carrier G, Jobin J, Belleau R, Maltais F. Peripheral Muscle Weakness in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Am J Respir Crit Care Med 1998; 158: 629-634.

49. Mador MJ, Bozkanat E. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary Disease. Respir Res 2001; 2:216-224. Disponível online em: http://respiratory-research.com/content/2/4/216

50. McIntyre NR. Muscle Dysfunction associated with chronic obstructive pulmonary disease. Respiratory Care 2006; 51(8):840-848.

51. Kim HC, Mofarrahi M, Hussain SNA. Skeletal muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. International Journal of COPD 2008; 3(4):637-658.

52. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. Am J Respir Crit Care Med 1996; 153:976-980.

53. 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; 62:115-120.

54. American Thoracic Society/European Respiratory Society. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. A statement of the American Thoracic Society and European Respiratory Society. Am J Respir Crit Care Med 1999; 159:S1-S40.

55. O'Donnell ED. Ventilatory limitations in chronic obstructive pulmonary disease. Med Sci Sports Exerc 2001; 33(7):S647-S655.

56. O'Donnell DE. Hyperinflation, dyspnea, and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. Proc Am Thorac Soc 2006; 3:180-184.

57. Killian KJ, Summers E, Jones NL, Campbell EJ. Dyspnea and leg effort during incremental cycle ergometry. Am Rev Respir Dis 1992; 145(6):1339-1345.

58. Cote C, Zilbeberg MD, Mody SH, Dordelly LJ, Celli B. Haemoglobin level and its clinical impact in cohort of patients with COPD. Eur Respir J 2007; 20:923-929.

59. Mahler DA, Froelicher VF, Miller NH, York TD. Manual do ACSM para teste de esforço e prescrição de exercício. 5ª edição; Revinter; Rio de Janeiro; 2000.

60. Palange P, Ward SA, Carlsen HK, Casaburi R, Gallagher CG, Gosselink R,et al. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. Eur Respir J 2007; 29:185-209.

61. ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test. Am J Respir Crit Care Med 2002; 166:111-117.

62. Redelmeier DA, Bayoumi AM, Goldstein RS, Guyatt GH. Interpreting small differences in functional status: The six minute walk test in chronic lung disease patients. Am J Respir Crit Care Med 1997; 155(4):1278-1282.

63. Borg GAV. Psycho-physical bases of perceived exertion. Med Scien Sports Exerc 1982; 14:377- 381.

64. Casanova C, Cote C, Marin JM, Pinto-Plata V, de Torres JP, Aguirre-Jaime A, et al. Distance and oxygen desaturation during the 6-min walk test as predictors of long-term mortality in patients with COPD. Chest 2008; 134:746-752.

65. Poulain M, Durand F, Palomba B, Ceugniet F, Desplan J, Varray A, Préfaut C. 6-minute walk testing is more sensitive than maximal incremental cycle testing for detecting oxygen desaturation in patients with COPD. Chest 2003; 123;1401-1407.

66. Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. J Aging Phys Activ.1999;7:129-161.

67. Ozalevli S, Ozden A, Itil O, Akkoclu A. Comparison of the sit-to-stand test with 6 min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease 2007; Respir Med 2007; 101: 286-293.

68. Normandin EA, McCusker C, Connors M, Vale F, Gerardi D, ZuWallack RL. An Evaluation of two approaches to exercise conditioning in pulmonary rehabilitation. Chest 2002; 121:1085-1091.

69. Powers SK, Howley ET. ACSM 2000 Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3. ed. Barueri: Manole; 2000.

70. Pereira MIR, Gomes PSC. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima: revisão e novas evidências. Rev Bras Med Esporte 2003; 9(5):325-35.

71. Brown LE, Weir JP. ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. Journal of Exercise Physiology online 2001;

4(3):1-21.Disponível em: http://faculty.css.edu/tboone2/asep/August2001 JEP online.html

72. Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Caldeira LFS, Nakamura FY, Papst RR, Bruna N, Gurjão ALD. Influence of familiarization process on muscular strength assessment in 1-RM tests. Rev Bras Med Esporte 2005; 11(1):39-42.

73. Sakamoto A, Sinclair JP. Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. Journal of Strength and Conditioning Research 2006; 20(3): 523-527.

74. Razo W. Exercícios com pesos para pessoas idosas: a experiência do Celafiscs. Rev. Bras. Ciên. e Mov.2000; 8(2):41-49.

75. Rydwik E, Karlsson C, Frändin K, Akner G. Muscle strength testing with one repetition maximum in the arm/shoulder for people aged 75+ - test - retest reliability. Clinical Rehabilitation 2007; 21:258-265.

76. Hunter GR, Wetzstein CJ, Mclafferty CL, JR.,Zuckerman PA, Lander SKA, Bamman MM. High-resistance versus variable resistance training in older adults. Medicine & Science In Sports & Exercise 2001; 1759-1764. Disponível em: http://www.acsm-msse.org

77. Dourado VZ, Antunes LCO, Tanni SE, de Paiva SAR, Padovani CR, Godoy I. Relationship of upper-limb and thoracic muscle strength to 6-min walk distance in COPD patients. Chest 2006; 129:551-557.

78. Da Silva LCC, Rubin AS, Da Silva LMC. Avaliação funcional pulmonar. Rio de Janeiro: Revinter; 2000.

79. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. Brazilian Journal of Medical and Biological Research 1999; 32:719-727.

80. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. Am J Respir Crit Care Med 2002; 166:518-624.

81. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para teste de função pulmonar. J Pneumol 2002; 28(Supl 3):S1-S238.

82. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. American Review of Respiratory Disease 1969; 99:696-702.

83. Singer J, Yelin EH, Katz PP, Sanchez G, Iribarren C, Eisner MD, Blanc PD. Respiratory and skeletal muscle strength in COPD: impact on exercise capacity and lower extremity function. J Cardiopulm Rehabil Prev. 2011; 31(2):111-119.

84. Seymour JM, Spruit MA, Hopkinson NS, Sathyapala SA, Man WD, Jackson A, et al. The prevalence of quadriceps weakness in copd and the relationship with disease severity. Eur Respir J 2010; 36(1): 81-88.

85. Mador MJ, KufeL TJ, Pineda L. Quadriceps fatigue after cycle exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 2000; 161:447-453.

86. Lord SR, Murray SM, Chapman K, Munro B, Tiedemann A. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. Journal of Gerontology: Medical Sciences 2002;57A(8):M539-M543.

87. Agustí AGN, Noguera A, Sauleda J, Sala E, Pons J, Busquets X. Systemic effects of chronic obstructive pulmonary disease. Eur Respir J 2003; 21:347-360.

88. Dourado VZ, Godoy I. Recondicionamento muscular na DPOC: principais intervenções e novas tendências. Rev Bras Med Esporte 2004; 10(4):331-334.

5 Artigo

Impacto da Força Muscular Periférica e Respiratória na Capacidade de Exercício em Indivíduos com e sem Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.

Silva A.T[a], Pasqualoto A.S[a], Dumke A[a], Falkembach D[a], Menna Barreto S.S.[b] , Knorst M.M [a,b,c].

[a] Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

[b] Departamento de Medicina Interna, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

[c] Serviço de Pneumologia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Correspondência para:

Andréia Teresinha da Silva
Rua Boa Esperança 2010
92200-011 – Canoas – RS - Brasil
Tel: 055 (51) 9812-9444
E-mail: andreafisiote@yahoo.com.br

Resumo

Introdução: A força muscular periférica e respiratória pode estar reduzida em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). O impacto desta redução sobre a capacidade de realizar atividades e exercícios não é bem conhecida. **Objetivos:** Comparar a força muscular periférica e respiratória e o desempenho no teste da caminhada de 6 minutos (TC6) e no teste de senta e levanta de 1 minuto (TSL) em indivíduos com e sem DPOC e estudar o impacto da força muscular nos dois testes. **Métodos:** Foram estudados 21 pacientes com DPOC (13 homens, idade de 63±7 anos, volume expiratório forçado no primeiro segundo - VEF_1 – 1,14±0,54, 42±18% do previsto) e 21 indivíduos sem DPOC (13 homens, idade 64±7 anos, VEF_1 2,64±0,65, 106±21% do previsto). Todos os indivíduos realizaram espirometria, avaliação da pressão inspiratória máxima (PImáx) e expiratória máxima (PEmáx), teste de uma repetição máxima (1RM) para avaliar força do quadríceps, TC6 e TSL. **Resultados:** Quando comparados com controles pacientes com DPOC apresentaram valores inferiores de PImáx (77±23 cm H_2O *vs* 102±18 cm H_2O, p=0,0001), PEmáx (100±26 cm H_2O *vs* 127±23 cm H_2O, p=0,001), força do quadríceps (17±5 Kg *vs* 23±4 Kg, p=0,0001), distância no TC6 (405±76 m *vs* 539±48 m, p=0,0001) e repetições no TSL (25±6 *vs* 35±6, p=0,0001). No grupo de 42 indivíduos a distância percorrida no TC6 se associou com o VEF_1 (r=0,80, p=0,0001), com a PImáx (r=0,59, p=0,0001), com a PEmáx (r=0,63, p=0,0001), com a SpO_2 basal (r=0,61, p=0,0001) e com a força do quadríceps (r=0,63, p=0,0001). Num modelo multivariado o VEF_1, a PImáx e a dispneia basal explicaram 81% da variabilidade da distância percorrida no TC6. Em relação ao TSL as melhores correlações foram observadas com o VEF_1 (r=0,55, p=0,0001) e com a força do quadríceps (r=0,50, p=0,0001) e associação mais fraca foi observada com as pressões respiratórias máximas (r=0,34, p=0,02). A distância percorrida no TC6 se associou com o número de repetições no TSL (r=0,61, p=0,0001). **Conclusões:** Pacientes com DPOC tem redução da força muscular do quadríceps e das pressões respiratórias e um pior desempenho no TC6 e no TSL em relação aos controles. Tanto a força muscular do quadríceps como as pressões respiratórias influenciam o desempenho nos dois testes. Entretanto, o impacto da força do quadríceps sobre a distância percorrida parece depender do VEF_1. Observamos uma relação forte entre a distância percorrida e o número de elevações no TSL, sugerindo que o TSL possa ter um papel na avaliação funcional de pacientes com DPOC.

Palavras chaves: DPOC, teste da caminhada de seis minutos, teste senta e levanta, pressões respiratórias, força do quadríceps.

Introdução

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) se caracteriza pela presença de obstrução ao fluxo aéreo persistente[1]. Embora seja uma doença primária do sistema respiratório, a DPOC apresenta manifestações extrapulmonares e está associada a diversas comorbidades que podem ter impacto negativo sobre a capacidade funcional, a dispneia, a qualidade de vida e a sobrevida[2].

Uma das manifestações extrapulmonares mais frequentemente observadas na DPOC é a disfunção muscular esquelética, que está relacionada com diversos mecanismos[3-8] e se caracteriza pela diminuição da força muscular[9]. Tanto a musculatura respiratória quanto a musculatura periférica podem estar comprometidas na DPOC. Entretanto, estes dois grupos musculares estão submetidos a cargas de trabalho diferentes[10]. Enquanto os músculos respiratórios, particularmente o diafragma, está exposto a uma carga de trabalho aumentada devido à alta resistência das vias aéreas e à hiperinsuflação, o que o torna cronicamente sobrecarregado e mais propenso à fadiga[10], os músculos periféricos, principalmente os dos membros inferiores, tornam-se subutilizados devido à inatividade crônica e desuso[9].

Terzano e colaboradores[11] mostraram que a força muscular inspiratória está diminuída em todos estágios da DPOC sugerindo um comprometimento precoce desta musculatura. Do mesmo modo, quando comparados a congêneres saudáveis, portadores de DPOC apresentam diminuição significativa de força muscular em membros superiores e inferiores, sendo a redução mais acentuada nas pernas, com maior comprometimento do músculo quadríceps do que dos músculos da cintura escapular[12]. Estudos prévios mostraram que a fraqueza muscular reduz a capacidade de exercício avaliada pelo teste da caminhada de 6 minutos (TC6)[13,14], piora a qualidade de vida[15] e é um importante preditor de mortalidade em pacientes com DPOC, independente da função pulmonar, idade e IMC[16]. Por outro lado, no nosso conhecimento, dados relacionando força do quadríceps e desempenho no teste senta e levanta (TSL) são escassos[14] e relacionando pressões respiratórias com este teste são inexistentes.

Assim, desenvolvemos este estudo para comparar a força do quadríceps e da musculatura respiratória e o desempenho no TC6 e TSL em indivíduos com e sem DPOC e estudar o impacto da força muscular respiratória e de membros inferiores sobre os testes de exercício.

Material e Métodos

Seleção dos pacientes

Foram incluídos no estudo pacientes de ambos os sexos com DPOC moderada a muito grave, atendidos no ambulatório de pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, clinicamente estáveis por um período mínimo de quatro semanas. O diagnóstico e a gravidade espirométrica da DPOC foram confirmados através de espirometria ($VEF_1/CVF < 0,70$ e $VEF_1 < 80\%$ após uso de broncodilatador)[1]. Para compor o grupo controle foram incluídos indivíduos sem DPOC pareados por faixa etária, sexo e IMC, recrutados da comunidade. Foram excluídos do estudo indivíduos que apresentassem algum tipo de limitação para a realização dos testes como doença cardíaca descompensada, alteração ortopédica ou reumatológica, assim como indivíduos que estivessem realizando atividade física regularmente. O estudo foi aprovado pelo Comitê Institucional de Ética e Pesquisa e todos os indivíduos assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes da inclusão (Anexo 1).

Delineamento do Estudo

Foi realizado um estudo transversal para comparar a força muscular periférica e respiratória de pacientes com DPOC e indivíduos sem DPOC, e o desempenho funcional no TC6 e TSL. Todos os indivíduos realizaram duas visitas para o estudo. Na primeira visita, foi realizada entrevista e exame físico com verificação do peso, altura e cálculo do índice de massa corporal (IMC); adicionalmente foram realizadas espirometria e medida das pressões respiratórias máximas. Numa segunda visita, em torno de 24 – 48 h após a primeira visita, foi avaliada a força do quadríceps (1RM), e realizados o TC6 e o TSL. A ordem dos exames foi randomizada e o intervalo entre os mesmos foi de no mínimo 30 minutos. Nos pacientes com DPOC todos os testes foram realizados após utilização de broncodilatador.

Avaliações

A espirometria foi realizada em um Espirômetro portátil (Easy One, Easy Ware, ndd Medical Technologies, Suiça) de acordo com recomendações[17] e tabela de

previstos previamente descritos[18]. Nos pacientes com DPOC foi realizada prova farmacodinâmica com salbutamol Spray 400 µg.

A avaliação da musculatura respiratória foi realizada de acordo com as orientações da *ATS/ERS*[19]. As medidas da pressão inspiratória máxima (PImáx) e da pressão expiratória máxima (PEmáx), foram realizadas em um manovacuômetro digital (modelo MVD300, Globalmed, Brasil) com registro em cmH_2O e alcance operacional de ± 300 cmH_2O, contendo bocal com orifício de 2mm de diâmetro, que serve como válvula de escape para a pressão gerada pelos músculos da face. O teste foi realizado com o indivíduo sentado e utilizando clipe nasal. A PImáx foi determinada após uma inspiração máxima realizada a partir do volume residual (VR) contra uma válvula que estava ocluída e a a PEmáx foi mensurada após expiração máxima realizada a partir da capacidade pulmonar total (CPT). Cada manobra foi realizada no máximo cinco vezes, com um intervalo de um minuto entre as manobras para descanso. O teste foi considerado válido quando foram obtidas três manobras aceitáveis, sendo pelo menos duas delas reprodutíveis (com valores que não diferiram entre si em mais de 10%)[20]. O maior valor da PImáx e PEmáx foi registrado.

O TC6 foi realizado durante seis minutos em um corredor plano de 30 metros, de acordo com as recomendações da *American Thoracic Society*[21]. Os pacientes foram orientados a caminhar no melhor ritmo possível e, se necessário, poderiam interromper o teste e retornar assim que se sentissem estáveis. Durante a realização do teste os pacientes receberam estímulo verbal padronizado a cada minuto. Ao final do teste a distância percorrida no período de 6 minutos foi registrada.

O TSL foi realizado durante um minuto, em uma cadeira de 46 cm de altura, sem apoio para braços, conforme descrição prévia[14]. Os pacientes foram orientados a sentar e levantar da cadeira com as mãos cruzadas sobre o tórax o mais rápido possível. Foram permitidos períodos de descanso dentro do tempo do teste, quando necessário. O número de elevações realizadas durante o teste foi registrado. O teste foi inicialmente demonstrado pelo pesquisador, e a seguir realizado pelo indivíduo.

A força muscular do quadríceps foi mensurada pelo método de 1RM, de acordo com o protocolo de Brown e Weir[22]. Para a realização do teste foi utilizada uma cadeira extensora (Bonna Vita, modelo Delfus, Brasil), na qual os indivíduos permaneceram sentados, com inclinação de tronco a 70°, e joelhos fletidos a 90° e com as mãos repousando sobre as coxas. Antes do início do teste o indivíduo realizou 5 minutos de aquecimento de exercícios de flexão e extensão de joelhos bilateralmente, sem

utilização de carga e no próprio aparelho. A seguir foram realizados alongamentos estáticos dos músculos quadríceps femoral e isquiostíbiais bilateralmente. Foi então realizado aquecimento de oito repetições a 50% da 1RM estimada, seguido de mais três repetições a 70% da 1RM estimada. Após um período de 5 minutos de descanso, o teste foi iniciado com exercícios com pesos progressivamente maiores variando de 0,5Kg a 5Kg em cada tentativa, até que a capacidade máxima do indivíduo fosse alcançada. A escolha por um peso menor (ex.0,5Kg) ou maior (ex.5Kg), foi feita de acordo com a tolerância do paciente. No caso de falha ao realizar o movimento com o peso selecionado (peso muito alto), a carga era diminuída. Entre cada tentativa foi realizado um intervalo de 5 minutos para descanso. Foram realizadas no máximo 5 tentativas para determinação de 1RM. O maior peso levantado uma única vez no movimento de extensão completa dos joelhos, foi registrado como o valor de 1RM de quadríceps do indivíduo.

A frequência respiratória (FR), a frequência cardíaca (FC), a oximetria de pulso (SpO_2, oxímetro digital portátil Onyx 9500R, Nonin, Plymont, EUA), a pressão arterial (PA), a sensação de dispneia e o desconforto de membros inferiores (escala de Borg, Anexo 2)[23], foram medidos no início e no final de cada teste.

Análise Estatística

Os valores foram apresentados como média ± desvio padrão (DP). Para estudar as alterações das variáveis PA, FC, FR, SpO_2 e sintomas nos dois testes foi utilizada a diferença entre o valor final e valor basal. As comparações entre testes no mesmo grupo foram realizadas através do teste *t* pareado ou teste de Wilcoxon. Para comparar as diferenças entre os grupos foi utilizado o teste *t* para amostras independentes ou o teste de Mann-Whitney, de acordo com a distribuição de dados. Para o estudo da associação entre variáveis foi utilizado o teste de correlação de Pearson e para a análise multivariada foi usada a regressão linear. A significância estatística foi aceita quando $p < 0,05$. O tamanho da amostra de 38 indivíduos (sendo 19 indivíduos em cada grupo) foi calculado com base no estudo de Ozalevli *et al* (2006)[15], com um poder de 80%, um nível de significância de 5% e considerando uma perda estimada de 10%.

Resultados

Foram avaliados 21 portadores de DPOC e 21 indivíduos sem DPOC, pareados por sexo, faixa etária e IMC (grupo controle). Treze indivíduos eram do sexo masculino e oito do sexo feminino em cada grupo. De acordo com a classificação espirométrica, 7 pacientes com DPOC apresentavam doença moderada, 8 doença grave e 6 DPOC muito grave. As características demográficas e a função pulmonar dos dois grupos estão apresentadas na tabela 1. Não houve diferença entre os grupos em relação ao sexo, à idade e ao IMC. Os valores dos parâmetros funcionais pulmonares, foram significativamente menores no grupo de pacientes com DPOC.

Na tabela 2 encontram-se as pressões respiratórias máximas, a força muscular de quadríceps no teste de 1 RM, a distância percorrida em 6 minutos no TC6 e o número de elevações no TSL em indivíduos com e sem DPOC. Os pacientes com DPOC apresentaram PImáx e PEmáx significativamente menores, menor força muscular do quadríceps, menor distância percorrida em 6 minutos e um menor número de elevações no TSL em comparação com os indivíduos sem a doença ($p<0,05$). Durante o TC6 os pacientes com DPOC apresentaram uma maior intensidade da dispneia (3 ± 2 *vs* 0,1 ± 0,5, p=0,0001) e do desconforto em pernas (2 ± 2 *vs* 0,3 ± 0,7, p=0,0001), maior dessaturação (90 ± 6 *vs* 96 ± 1, p=0,0001) e menor frequência cardíaca (101 ± 15 *vs* 114 ± 15, p=0,01) que os indivíduos do grupo controle. Do mesmo modo durante o TSL a variação nos sintomas e na dessaturação foram mais intensos nos pacientes com DPOC. No grupo com DPOC, a comparação entre a intensidade de sintomas e as variáveis cardiorespiratórias no final do TC6 e TSL mostrou uma diferença significativa somente na dessaturação, que foi mais intensa na caminhada (p=0,03). A mesma comparação no grupo controle mostrou um aumento maior da FC durante o teste da caminhada (p=0,01) e maior desconforto em pernas durante o TSL (p=0,04).

As correlações entre a distância percorrida em 6 minutos e o número de repetições no TSL e as diversas variáveis nos 42 indivíduos com e sem DPOC são mostradas na tabela 3. Não houve associação entre a distância percorrida ou o número de repetições no TSL e a idade, o peso, a altura e o IMC. Em relação à distância percorrida as melhores correlações observadas foram com o VEF_1, com a força muscular de quadríceps, com as pressões respiratórias máximas, com a SpO_2 basal e com a dispneia basal. A construção de um modelo multivariado mostrou que o VEF_1, a

PImáx e a dispneia basal explicaram 81% da variância da distância percorrida no TC6 ($r=0,90$, $r^2=0,81$; $p=0,0001$). A força do quadríceps perdeu o efeito quando o VEF_1 foi acrescentado ao modelo.

No grupo de 42 indivíduos, o número de repetições no TSL se associou significativamente com o VEF_1, com a força muscular do quadríceps e com a dispneia (r entre -0,42 e 0,55; $p<0,05$). Correlações mais fracas foram observadas entre o número de repetições no TSL e a SpO_2 basal e as pressões respiratórias (r entre 0,34 e 0,37; $p<0,05$; Tabela 3). Não foi possível criar um modelo para explicar a variabilidade no TSL.

As associações entre a força do quadríceps (1RM) e a PImáx com o VEF_1, a distância percorrida no TC6 e o número de repetições no TSL nos 42 indivíduos são mostradas na Figura 1, todas as correlações foram superiores a 0,5 ($p<0,001$), exceto para a associação entre PImáx e número de repetições no TSL ($r=0,34$; $p=0,03$). Observou-se correlações moderadas entre força do quadríceps e PImáx ($r=0,58$, $p=0,0001$) e entre o número de repetições no TSL e a distância percorrida no TC6 ($r=0,61$, $p=0,0001$) nos 42 indivíduos estudados (Figura 2).

Discussão

Em nosso estudo comparamos a força dos músculos respiratórios e periféricos e o desempenho no TC6 e no TSL em indivíduos com e sem DPOC e investigamos o impacto da força muscular respiratória e do quadríceps nestes testes. Nossos principais resultados mostraram: 1) Redução significativa da força muscular respiratória e periférica e do desempenho nos testes de exercício em pacientes com DPOC; 2) Aumento de sintomas como dispneia e desconforto nas pernas e maior dessaturação nos portadores de DPOC em ambos os testes 3) Associação moderada entre força do quadríceps e desempenho no TC6 e no TSL e entre força muscular respiratória e desempenho do TC6 e uma associação mais fraca com o TSL. 6) O VEF_1, a PImáx e a dispneia basal explicaram 81% da variância da distância percorrida no TC6.

Nosso estudo mostrou uma diminuição da força muscular respiratória em portadores de DPOC em comparação com indivíduos sem a doença, achado semelhante foi reportado previamente por outros autores[11,13]. Terzano e colaboradores[11] estudaram a variação das pressões respiratórias máximas nos diferentes estágios da DPOC e mostraram que a obstrução ao fluxo aéreo está

associada à diminuição da força muscular respiratória. A PImáx mostrou-se significativamente diminuída em todos estágios da doença, enquanto que uma redução significativa na PEmáx foi observada apenas em indivíduos com doença grave, sugerindo uma deterioração mais precoce dos músculos inspiratórios nestes pacientes. A redução na força muscular respiratória em portadores de DPOC pode ser explicada, pelo menos em parte, pela desvantagem mecânica a que o diafragma, que é o principal músculo inspiratório, é submetido nestes pacientes. Esta desvantagem mecânica é causada especialmente pela hiperinsuflação que altera o comprimento do diafragma tornando-o menor que o normal, resultando em uma redução da zona de aposição com consequente limitação da sua amplitude de movimento independente da tensão aplicada, e diminuição da força muscular respiratória[24].

Para avaliar a força muscular periférica optamos por estudar o músculo quadríceps, por este ser o principal músculo da deambulação e por refletir a capacidade de exercício em portadores de DPOC[25]. O teste de 1RM foi utilizado para avaliação da força máxima do quadríceps por ser um método prático, de baixo custo, considerado padrão ouro[26] na avaliação do deslocamento de carga através da força dinâmica, e que vem sendo utilizado com segurança na avaliação da força muscular em indivíduos com DPOC[27].

A redução da força muscular periférica nos portadores de DPOC observada em nosso estudo, foi descrita previamente[12,13]. Os mecanismos envolvidos na redução da força muscular periférica em pneumopatas crônicos são complexos e multifatoriais. O descondicionamento muscular por desuso[28], a desnutrição[4], a miopatia por uso de corticosteróides sistêmicos[5], a hipoxemia[29], a inflamação sistêmica[6] (com aumento dos níveis circulantes de citocinas pró-inflamatórias) e as alterações hormonais[7] podem contribuir para a redução da força muscular periférica. Um papel relevante tem sido atribuído ao descondicionamento por desuso[28]. Em portadores de DPOC a atividade física provoca sensações desagradáveis como a dispneia e o desconforto de membros inferiores, que são importantes fatores de limitação ao exercício[30]. O surgimento destes sintomas pode levar os pacientes a diminuírem seu nível de atividade física, tornando-os cronicamente inativos e fisicamente descondicionados, o que resulta em diminuição da força muscular esquelética. Adicionalmente, há um declínio da força muscular esquelética associado à idade, que também pode contribuir para o comprometimento muscular, tendo em vista a faixa etária dos pacientes[31].

A capacidade de exercício no nosso estudo foi avaliada através do TC6 e do TSL. O TC6 é um método simples e prático, que avalia a capacidade submáxima de exercício[21], sendo amplamente utilizado para avaliação funcional de pacientes com DPOC. A distância percorrida é um forte preditor de mortalidade em pacientes com DPOC[32]. O TSL é também um teste de fácil aplicação clínica, que assim como o TC6, tem se mostrado capaz de determinar o estado funcional de portadores de DPOC[14]. Entretanto até o momento o TSL foi mais utilizado em indivíduos idosos sem doenças pulmonares[33,34]. Em comparação ao TC6, o TSL tem a vantagem de prescindir de um maior espaço físico, necessário para realização da caminhada. Ao compararmos o desempenho no TC6 e TSL de indivíduos com e sem DPOC, observamos uma diminuição significativa da distância percorrida e do número de elevações no grupo de pacientes com DPOC, demonstrando que estes indivíduos apresentam diminuição da capacidade de exercício. Resultados semelhantes foram descritos previamente[13].

Tanto a dispneia como o desconforto em membros inferiores são fatores importantes associados à limitação ao exercício em pacientes com DPOC[30]. No nosso estudo pacientes com DPOC apresentaram uma maior intensidade de sintomas para uma menor carga de trabalho em relação aos controles, tanto no TC6 como no TSL. Adicionalmente, a comparação das diferentes variáveis no final do TC6 e do TSL mostrou dessaturação mais intensa durante o TC6 nos pacientes com DPOC e um aumento maior da frequência cardíaca no TC6 e desconforto nas pernas no TSL no grupo controle. Uma maior dessaturação no TC6 em relação ao exercício no cicloergômetro havia sido relatada previamente[35]. O maior estresse hemodinâmico no TC6 em relação ao TSL descrito previamente em pacientes com DPOC[14] não foi observado no nosso estudo. Entretanto, tanto a maior dessaturação detectada nos pacientes com DPOC como o maior aumento da FC observada no grupo sem DPOC no TC6 sugerem um maior nível de esforço neste teste. Por outro lado, a diferença na duração dos testes também pode ter interferido nos resultados.

No presente estudo, a distância percorrida em 6 minutos esteve associada com o VEF_1, a força muscular de quadríceps, as pressões respiratórias máximas, a SpO_2 e a dispneia basal indicando que estes são importantes determinantes da capacidade de exercício. As mesmas variáveis influenciaram no desempenho do TSL, porém a força dessas associações foi menor, sendo as melhores correlações observadas com o VEF_1 e com o teste de 1RM. No estudo de Lord e colaboradores[34] a força do quadríceps foi a variável mais importante para explicar o desempenho no TSL. A relação entre força

muscular respiratória, força de quadríceps e distância percorrida encontrada em nosso estudo reproduz resultados anteriores, que também encontraram esta associação, sugerindo que a força muscular é um fator contribuinte para o desempenho no TC6[14].

Na análise do nosso estudo, com indivíduos com e sem DPOC, a melhor correlação observada no TC6 foi entre distância percorrida e VEF_1 (r=0,80). A análise de regressão múltipla mostrou que VEF_1, PImáx e dispneia basal foram responsáveis por 81% da variância na distância percorrida em 6 minutos. A ausência de efeito da força muscular do quadríceps no modelo multivariado do TC6 com a inclusão do VEF_1 no mesmo, associada à correlação forte observada entre força do quadríceps e VEF_1, sugerem uma interdependência destas variáveis, isto é, o comprometimento funcional pulmonar pode estar diretamente envolvido com o grau de perda de força muscular periférica. Adicionalmente, a permanência da pressão inspiratória máxima no modelo para explicar o desempenho no TC6, juntamente com a dispneia basal, demonstra a importância desta musculatura na intolerância ao exercício. Semelhante ao observado no nosso estudo, associações entre VEF_1 e força muscular respiratória e força do quadríceps haviam sido descritas previamente[12-13].

O papel da musculatura respiratória e periférica no desempenho no exercício foi estudado por Singer e colaboradores[36]. Estes autores mostraram que a redução da força muscular respiratória e de quadríceps são independentemente associadas a pior capacidade de exercício em portadores de DPOC, e quando simultaneamente presentes podem produzir um efeito negativo combinado levando a um comprometimento ainda maior da capacidade de exercício nestes indivíduos. Alguns fatores como a idade, o IMC e o nível de atividade física podem ter influência sobre a capacidade de exercício. Todavia, ao selecionarmos os indivíduos para compor o grupo controle, esses fatores foram levados em conta, minimizando a influência de outros fatores, que não as características próprias da doença, nos resultados do estudo.

Nosso estudo apresenta pontos positivos. A utilização de um grupo controle pareado por sexo, idade, IMC e nível de atividade física permitiu uma comparação mais adequada da força muscular e do desempenho no TC6 e TSL entre indivíduos com e sem DPOC. Adicionalmente, os pacientes com DPOC estavam equitativamente distribuídos de acordo com a classificação espirométrica de doença moderada a muito grave. Além disso, diferente de estudo prévio que usou a avaliação manual para avaliar a força da musculatura do quadríceps[14], nós utilizamos um teste mais objetivo - o teste de 1 RM.

Em conclusão, observamos que portadores de DPOC apresentam redução da força muscular respiratória e do quadríceps, além de diminuição de desempenho no TC6 e TSL em relação aos controles. Tanto a força muscular respiratória quanto a força do quadríceps tem impacto no rendimento nos dois testes de exercício. Entretanto, a análise de fatores associados ao rendimento no TC6 sugere que há uma interação importante entre redução do VEF_1 e perda de força muscular no quadríceps. Observamos uma relação forte entre a distância percorrida e o número de elevações no TSL, sugerindo que o TSL possa ter um papel na avaliação funcional de pacientes com DPOC. Novos estudos são necessários para estabelecer a importância clínica do TSL na avaliação funcional de pacientes com pneumopatia crônica.

Referências Bibliográficas

1. *Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD.* Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2011. Disponível em: http://www.goldcopd.org/.

2. Barnes PJ,Celli BR. Systemic manifestations and comorbidities of COPD. Eur Respir J 2009; 33:1165-1185.

3. King DA, Cordova F, Scharf SM. Nutritional aspects of chronic obstructive pulmonar disease. Proc Am Thorac Soc 2008; 5:519-523.

4. Schols AMWJ, Soeters PB, Mostert R,Pluymers RJ, Woutres EF. Physiologic effects of nutritional support and anabolic steroids in patients with chronic obstructive pulmonary disease. A placebo controlled randomized trial. Am J Respir Crit Care Med 1995; 152:1268-1274.

5. Decramer M, Lacquet LM, Fagard R, Rogiers P. Corticosteroids contribute to muscle weakness in chronic airflow obstruction. Am J Respir Crit Care Med 1994; 150:11-16.

6. Schols AMWJ, Buurman WA, Staal van den Brekel AJ, Dentener MA, Wouters EF. Evidence for a relation between metabolic derangements and increased levels of inflammatory mediators in a subgroup of patients with chronic obstructive pulmonary disease. Thorax 1996; 51:819-824.

7. Kamischke A, Kemper DE, Castel MA, Lüthke M, Rolf C, Behre HM et al. Testosterone levels in men with chronic obstructive pulmonary disease with or without glucocorticoid therapy. Eur Respir J 1998; 11:41-45.

8. Barnes PJ, Celli BR. Systemic manifestations and comorbidities of COPD. Eur Respir J 2009; 33:1165-1185.

9. Kim HC, Mofarrahi M, Hussain SNA. Skeletal muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. International Journal of COPD 2008; 3(4):637-658.

10. MacIntyre NR. Muscle dysfunction associated with chronic obstructive pulmonary disease. Respir Care 2006; 51(8):840-848.

11. Terzano C, Ceccarelli D, Conti V, Graziani E, Ricci A, Petroianni A. Maximal respiratory static pressures in patients with different stages of COPD severity. Respir Research 2008, 9(8) disponível em: http://respiratory-research.com/content/9/1/8.

12. Bernard S, Leblanc P, Whittom F, Carrier G, Jobin J, Belleau R, Maltais F. Peripheral Muscle Weakness in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Am J Respir Crit Care Med 1998; 158: 629-634.

13. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral Muscle Weakness Contributes to Exercise Limitation in COPD. Am J Respir Crit Care Med 1996; 153: 976-980.

14. Ozalevli S, Ozden A, Itil O, Akkoclu A. Comparison of the Sit-to-Stand Test with 6 min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease 2007; Respir Med 2007; 101: 286–293.

15. Decramer M, Gosselink LE, Troosters T. Muscle Weakness is Related to Utilization of Health Care Resources in COPD Patients. Eur Respir J 1997; 10:417-423.

16. 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; 62:115-120.

17. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R et al. ATS/ERS TASK FORCE: Standartisation of lung function tests. Edited by V.Brusasco, R.Crapo, Viegi. Standardisation of Spirometry. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Eur Respir J 2005; 26:319-338.

18. Crapo RO, Morris AH, Gardner RM. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. Am Rev Respir Dis. 1981; 123(6):659-64.

19. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. Am J Respir Crit Care Med 2002; 166:518-624.

20. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para teste de função pulmonar. J Pneumol 2002; 28(Supl 3):S1- S238.

21. ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test. Am J Respir Crit Care Med 2002; 166:111-117.

22. Brown LE, Weir JP. ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. Journal of Exercise Physiology online 2001; 4(3):1-21.Disponível em: http://faculty.css.edu/tboone2/asep/ August2001 JEP online.html

23. Borg GAV. Psycho-physical bases of perceived exertion. Med Scien Sports Exerc 1982; 14:377- 381.

24. Fitting JW. Respiratory muscles in chronic obstructive pulmonary disease. Swiss Med Wkly 2001; 131:483-486.

25. Seymour JM, Spruit MA, Hopkinson NS, Sathyapala SA, Man WD, Jackson A, et al. The prevalence of quadriceps weakness in copd and the relationship with disease severity. Eur Respir J. 2010; 36(1): 81-88.

26. Mahler DA, Froelicher VF, Miller NH, York TD. Manual do ACSM para Teste de Esforço e Prescrição de Exercício. 5ª edição; Revinter; Rio de Janeiro; 2000.

27. Dourado VZ, Antunes LCO, Tanni SE, de 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;551-557.

28. Couillard A, Prefaut C. From muscle disuse to myopathy in COPD: potential contribution of oxidative stress. Eur Respir J 2005; 26:703-719.

29. Jakobsson P, Jorfeldt L, Brundin A. Skeletal muscle metabolites and fibre types in patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease (COPD), with and without chronic respiratory failure. Eur Respir J 1990; 3:192-196.

30. Saey D, Debigaré R, LeBlanc P, Mador MJ, Côté CH, Jobin J, Maltais F. Contractile Leg Fatigue After Cycle Exercise: a Factor Limiting Exercise in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Am J Respir Crit Care Med 2003; 168(4): 425- 430.

31. Porter MM, Vandervoot AA, Lexell J. Aging of Human Muscle: Structure, function and adaptability. Scand J Med Sci Sports 1995; 5:129-142.

32. Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Montes de Oca M, 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; 350:1005-1012.

33. Millington PJ, Myklebust BM, Shambes GM. Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons. Arch Phys Med Rehab 1992;73:609-17.

34. Lord SR, Murray SM, Chapman K, Munro B, Tiedemann A. Sit-to-Stand Performance Depends on Sensation, Speed, Balance, and Psychological Status in Addition to Strength in Older People. Journal of Gerontology: Medical Sciences 2002; 57A(8):M539-M543.

35. Poulain M, Durand F, Palomba B, Ceugniet F, Desplan J, Varray A, et al. 6 min walk testing is more sensitive than maximal incremental cycle testing for detecting oxygen desaturation in patients with COPD. Chest 2003;123:1401–7.

36. Singer J, Yelin EH, Katz PP, Sanchez G, Iribarren C, Eisner MD, Blanc PD. Respiratory and skeletal muscle strength in COPD: Impact on exercise capacity and lower extremity function. J Cardiopulm Rehabil Prev. 2011; 31(2): 111–119.

Tabela 1 – Características clínicas e espirométricas de indivíduos com e sem DPOC

Características	**Grupo com DPOC n=21**	**Grupo sem DPOC n=21**	**Valor do p**
Gênero (M/F)	13/8	13/8	
Idade (anos)	63 ± 7	64 ± 7	0,89
IMC (Kg/m^2)	25,3 ± 3,1	26,7 ± 3,3	0,187
Tabagista / ex tabagista (n)	8 /12	1 / 11	
Índice tabágico (maços-ano)	69 ± 45	20 ± 22	0,005
Escore MMRC	1,48 ± 0,81	----	
Escore BODE	3 ± 1,55	----	
CVF (L)	2,50 ± 0,85	3,33 ± 0,86	0,003
CVF (% pred)	72 ± 16	106,76 ± 22,1	0,0001
VEF_1 (L)	1,14 ± 0,54	2,64 ± 0,65	0,0001
VEF_1 (% pred)	42 ± 18	106 ± 21	0,0001
VEF_1/ CVF	47 ± 13	79,7 ± 4,8	0,0001

Dados apresentados como média ± desvio padrão. M: masculino; F: feminino; IMC: índice de massa corporal; MMRC: *Modified Medical Research Council Score;* Índice BODE: Escore contendo o índice de massa corporal, a obstrução ao fluxo aéreo, a distância percorrida e a capacidade de exercício; CVF: capacidade vital forçada; % pred: % do previsto; VEF_1: volume expiratório forçado no primeiro segundo.

Tabela 2 – Testes funcionais em indivíduos com e sem DPOC

Testes	Grupo com DPOC n=21	Grupo sem DPOC n=21	Valor do p
PImáx (cmH_2O)	77 ± 23	102 ± 18	0,0001
PEmáx (cmH_2O)	100 ± 26	127 ± 23	0,001
Força do quadríceps (Kg)	17 ± 5	23 ± 4	0,0001
Distância no TC6(m)	405 ± 76	539 ± 48	0,0001
PA sistólica final (mm Hg)	143 ± 32	143 ± 15	NS
PA diastólica final (mm Hg)	80 ± 17	85 ± 7	NS
Frequência cardíaca final (bpm)	101 ± 15	114 ± 15	0,01
Frequência respiratória final (mrm)	28 ± 5	26 ± 4	NS
SpO_2 final (%)	90 ± 6	96 ± 1	0,0001
Dispneia final (Borg)	3 ± 2	0,1 ± 0,5	0,0001
Desconforto em pernas final (Borg)	2 ± 2	0,3 ± 0,7	0,0001
Repetições no TSL (n)	25 ± 6	35 ± 6	0,0001
PA sistólica final (mm Hg)	149 ± 27	138 ± 13	NS
PA diastólica final (mm Hg)	85 ± 12	87 ± 6	NS
Frequência cardíaca final (bpm)	103 ± 14	102 ± 19	NS
Frequência respiratória final (mrm)	28 ± 6	25 ± 4	NS
SpO_2 final (%)	93 ± 4	97 ± 1	0,0001
Dispneia final (Borg)	3 ± 2	0,2 ± 0,5	0,0001
Desconforto em pernas final(Borg)	3 ± 2	1,6 ± 1,9	0,001

Dados apresentados como média ± desvio padrão. PImáx: pressão inspiratória máxima; PEmáx: pressão expiratória máxima; 1RM: uma repetição máxima; TC6: teste de caminhada de 6 minutos; m: metros; PA: pressão arterial; mmHg: milímetros de mercúrio; bpm: batimentos por minuto; mrm: movimentos respiratório por minuto; SpO_2:oximetri de pulso;TSL: teste senta e levanta de 1 minuto; n: número de repetições;

Tabela 3 – Correlações entre as variáveis e os testes realizados em 21 pacientes com DPOC e 21 indivíduos sem DPOC

Variáveis	**Distância no TC6 (m)**		**Repetições no TSL (nº)**	
	r	**p**	**r**	**p**
VEF_1 (L)	0,80	0,0001	0,55	0,0001
PImáx (cmH_2O)	0,59	0,0001	0,34	0,026
PEmáx (cmH_2O)	0,63	0,0001	0,35	0,022
SpO_2 (%)				
Basal	0,61	0,0001	0,37	0,0001
Final	0,55	0,0001	-----	NS
Dispneia (Borg)				
Basal	-0,60	0,0001	-0,42	0,006
Final	----	NS	-0,49	0,006
Desconforto pernas (Borg)				
Basal	----	NS	----	NS
Final	-0,38	0,014	----	NS
Força do quadríceps (Kg)	0,63	0,0001	0,50	0,001
Repetições no TSL (n)	0,61	0,0001		

TC6: teste de caminhada de 6 minutos; TSL: teste senta e levanta de 1 minuto; r = coeficiente de correlação de Pearson; NS = não significativo VEF_1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; PImáx: pressão inspiratória máxima; PEmáx: pressão expiratória máxima; SpO_2: oximetria de pulso.

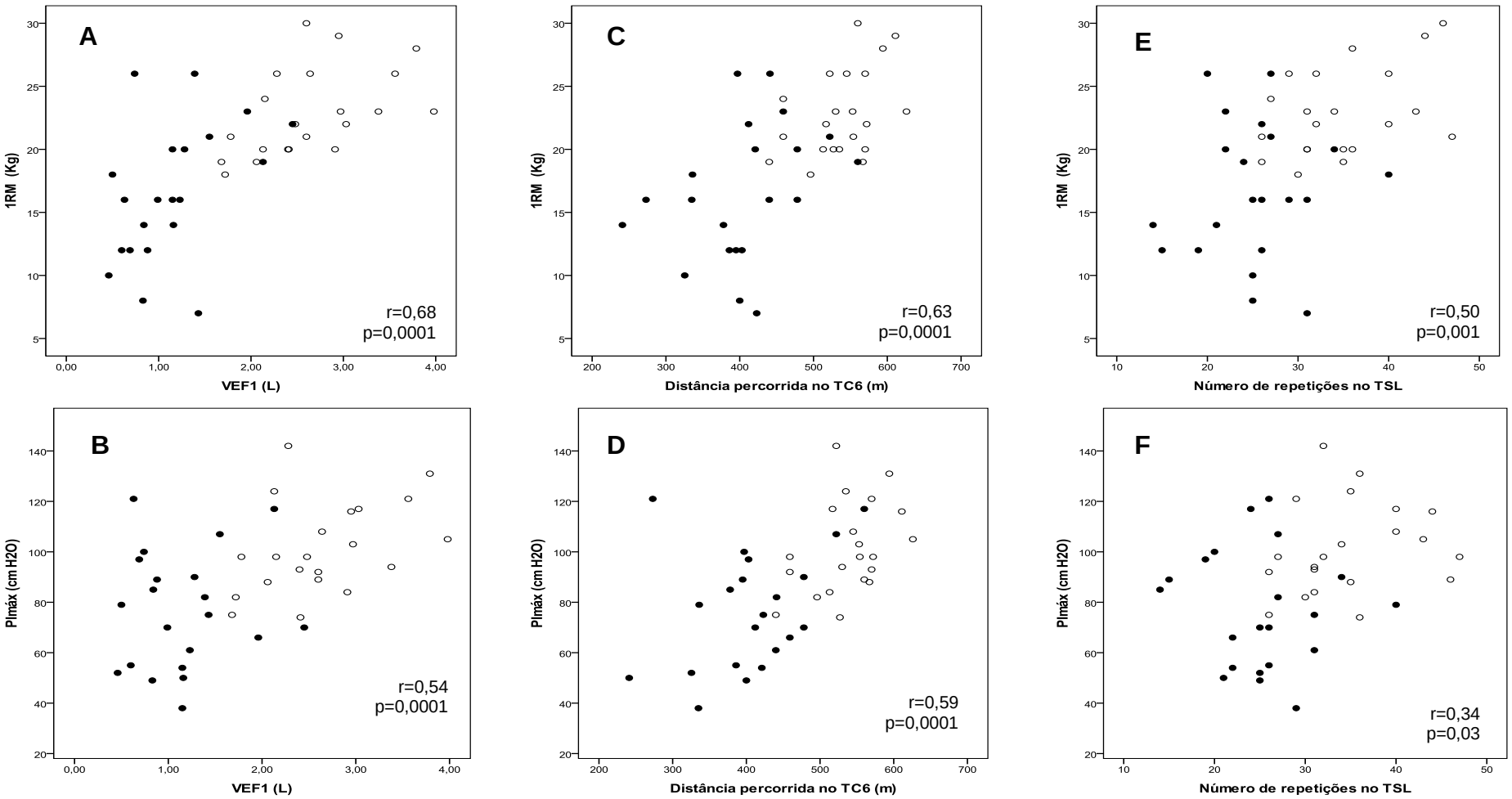

Figura 1 – Associação entre força do quadríceps (1RM) e pressão inspiratória máxima (PImáx) e o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1, A, B), a distância percorrida em 6 minutos (TC6, C,D) e o número de repetições no teste senta e levanta (TSL, E, F). Cada • representa um paciente com DPOC e cada o representa um indivíduo sem DPOC.

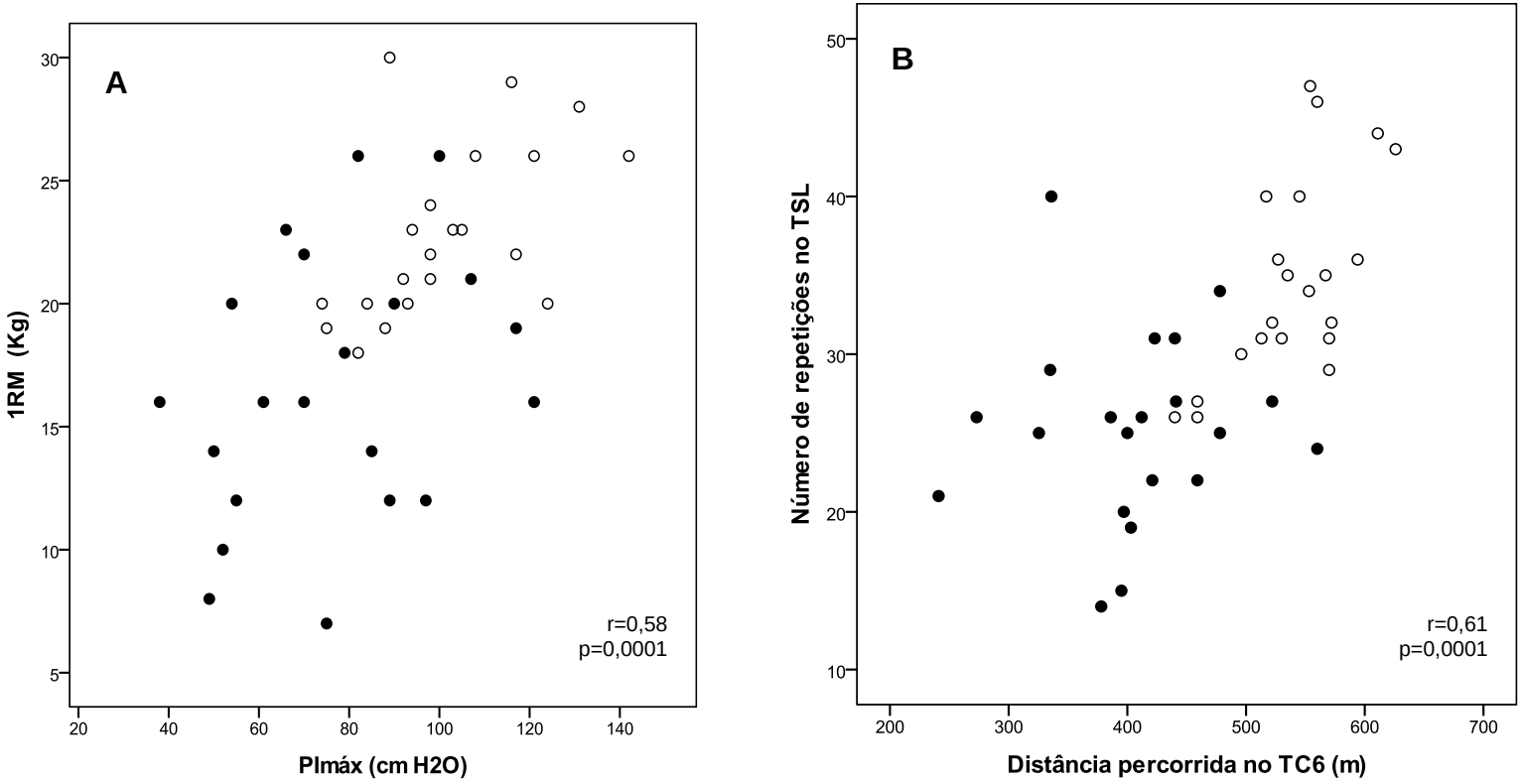

Figura 2 – Associação entre força do quadríceps (1RM) e pressão inspiratória máxima (PImáx; A) e entre o número de repetições no teste senta e levanta (TSL) e a distância percorrida em 6 minutos (TC6; B). Cada • representa um paciente com DPOC e cada **o** representa um indivíduo sem DPOC.

6 Conclusões

- A força muscular respiratória e a força muscular periférica estão reduzidas em pacientes com DPOC em comparação a controles.
- Em comparação aos controles, pacientes com DPOC eram, mais sintomáticos e tiveram um pior desempenho no teste da caminhada de seis minutos e no teste senta e levanta de um minuto.
- As melhores correlações observadas com a distância percorrida no TC6 foram com o VEF_1, com a força muscular de quadríceps, com as pressões respiratórias máximas, com a SpO_2 basal e com a dispneia basal.
- Num modelo multivariado o VEF_1, a PImáx e a dispneia basal explicaram 81% da variância da distância percorrida no TC6 e a força muscular de quadríceps foi excluída do modelo.
- O número de repetições no TSL apresentou associação moderada com o VEF_1, com a força muscular do quadríceps e com a dispneia e correlações mais fracas com a SpO_2 basal e com as pressões respiratórias.

7 Considerações Finais

Neste estudo avaliamos e comparamos a força muscular respiratória e periférica e a capacidade de exercício de 21 pacientes com DPOC e 21 indivíduos sem a doença, pareados por sexo, faixa etária e IMC. Nossos resultados mostraram que portadores de DPOC apresentam diminuição da força muscular ventilatória e periférica e da capacidade de exercício, sugerindo que a força muscular é um importante determinante da capacidade de exercício nestes pacientes.

Observamos ainda que além da força muscular, outros fatores como grau de obstrução ao fluxo aéreo, sensação de dispneia e dessaturação também contribuem para redução da capacidade de exercício submáxima.

Encontramos também uma boa associação entre a distância percorrida no TC6 e o número de elevações no TSL, sugerindo que, assim como a distância percorrida em 6 minutos, o desempenho no TSL também possa ter um papel na avaliação da capacidade de exercício em portadores de DPOC. No nosso estudo não conseguimos criar um modelo para explicar os fatores associados a um melhor desempenho no TSL. Diversos aspectos precisam ser considerados na análise dos resultados do TSL como a não realização deste tipo de exercício de forma rotineira nas atividades diárias e a duração curta do teste. Deste modo, consideramos que estudos adicionais são necessários para confirmar nossos achados, assim como para ampliar o conhecimento sobre a influência de diferentes fatores como comorbidades e hiperinsuflação, não avaliados em nosso estudo, no desempenho dos testes.

8 Anexos

Anexo 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estudo: "Avaliação da força muscular periférica e respiratória em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e indivíduos sem DPOC".

Projeto GPPG: nº. 08-363

Pesquisador Responsável: Marli Knorst Tel. 2101-8241

Estamos convidando o Sr.(a) para participar de forma voluntária do trabalho de pesquisa que tem por objetivo comparar a força dos músculos das pernas e dos músculos da respiração em pacientes com DPOC, com a força muscular de pessoas sem esta doença. Com este estudo será possível saber qual o tipo de esforço físico está mais comprometido em quem têm DPOC e se as alterações estão relacionadas com a doença pulmonar ou são influenciadas pela idade.

Este trabalho será realizado pela Fisioterapeuta Andréia Teresinha da Silva, no Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Os testes que serão realizados serão: espirometria (soprar num aparelho para medir a capacidade respiratória), teste de força muscular de quadríceps (fazer força com as pernas levantando peso estando sentado), teste de sentar e levantar (sentar e levantar de uma cadeira que está presa no chão, sucessivamente no período de um minuto), teste da caminhada de 6 minutos (caminhar num corredor durante 6 minutos) e teste de força muscular respiratória (inspirar e soprar num aparelho para ver a força dos músculos da respiração). Os testes serão realizados em duas visitas, com no mínimo 24 horas entre as visitas e repouso de 30 minutos entre os testes realizados no mesmo dia. Durante a realização dos testes podem ocorrer algumas alterações como: piora da falta de ar, tontura, alteração do ritmo cardíaco, dor no peito; durante a realização dos testes o paciente será acompanhado pelo fisioterapeuta e na presença de sintomas acima o exame será interrompido. Se houver alguma intercorrência o indivíduo será prontamente

atendido por um médico do serviço de pneumologia.

O senhor (a) poderá ter todas as informações que quiser e poderá não participar da pesquisa ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem prejuízo ao seu atendimento neste hospital. Pela sua participação no estudo, o senhor(a) não receberá qualquer valor em dinheiro, mas terá a garantia de que todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão de sua responsabilidade. Seu nome não aparecerá em qualquer momento do estudo, pois o mesmo será identificado com um número.

Termo de Consentimento Livre após Esclarecimento

Eu,_____ li e/ou ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo e qual os procedimentos a que serei submetido. A explicação que recebi esclarece os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não afetará meu tratamento. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro por participar do estudo.

Eu concordo em participar do estudo.

Porto Alegre, _____/_____/_____

Anexo 2

Escala de percepção de esforço modificada – BORG

0 Nenhuma

0,5 Muito, Muito Leve (Apenas Perceptível)

1 Muito Leve

2 Leve

3 Moderada

4 Levemente Grave

5 Grave

6

7 Muito Grave

8

9 Muito, Muito Grave (Quase Máxima)

10 Máxima