Ana Carolina Alves Caporali Pereira

**Fatores associados à alteração do equilíbrio postural e
predição de quedas em pacientes com doença
pulmonar obstrutiva crônica**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências

Programa de Fisiopatologia Experimental
Orientador: Prof. Dr. Celso Ricardo
Fernandes de Carvalho

São Paulo

2017

Ana Carolina Alves Caporali Pereira

**Fatores associados à alteração do equilíbrio postural e
predição de quedas em pacientes com doença
pulmonar obstrutiva crônica**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências

Programa de Fisiopatologia Experimental
Orientador: Prof. Dr. Celso Ricardo
Fernandes de Carvalho

São Paulo

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Pereira, Ana Carolina Alves Caporali
Fatores associados à alteração do equilíbrio
postural e predição de quedas em pacientes com doença
pulmonar obstrutiva crônica / Ana Carolina Alves
Caporali Pereira. -- São Paulo, 2017.
Dissertação (mestrado) -- Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.
Programa de Fisiopatologia Experimental.
Orientador: Celso Ricardo Fernandes de Carvalho.

Descritores: 1. Equilíbrio postural 2. Doença
pulmonar obstrutiva crônica 3. Sedentarismo 4. Força
muscular 5. Sono 6. Acidentes por quedas

USP/FM/DBD-462/17

Dedicatória

Aos meus pais **Maria Aglaé** e **Afonso** (in memorian), meus exemplos de vida. Ao meu eterno pai, que mesmo fisicamente distante, nunca deixou de me amar, nem de torcer por mim. A minha amada mãe, que me incentivou e me apoiou em todos os momentos da minha vida, me mostrando o caminho da honestidade e da persistência. A vocês que muitas vezes renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu, a quem eu devo todas as minhas conquistas, partilho a alegria deste momento.

Às minhas queridas irmãs **Ana Beatriz** e **Mariana**, que sempre se orgulharam de mim. Obrigada pela amizade e pelo incentivo.

Ao meu amado esposo **André** pelo apoio incondicional e paciência em todos os momentos, sempre me fazendo acreditar que eu era capaz de chegar a esta difícil, porém gratificante etapa. Sem você nenhuma conquista valeria a pena.

A meu **filho** amado, ainda no meu ventre, meu maior presente!

Agradecimentos

A **Deus**, pelo dom da vida, por sempre conduzir meus passos, me concedendo sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos, por me dar coragem para acreditar, força para perseverar e por ter colocado pessoas tão especiais ao meu lado, que certamente fizeram tudo dar certo.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Celso Ricardo Fernandes de Carvalho**, pela oportunidade de trabalhar ao seu lado, pela confiança, incentivo, aprendizado e conselhos dados ao longo desses anos e por ser um grande incentivador na superação de meus limites. Obrigada por me corrigir quando necessário, porém sem jamais me desmotivar. Meu respeito e admiração por toda sua sabedoria, dedicação, paciência e extrema competência.

Às minhas parceiras de pesquisa e amigas **Rafaella Xavier** e **Aline Lopes** por me acompanharem em todos esses anos de estudo, com certeza sem a ajuda de vocês não teria sido possível concretizar este trabalho. Agradeço pelos momentos vividos juntos, por sempre estarem disponíveis para me auxiliar, me ensinar e ajudar de todas as formas na elaboração e conclusão dessa pesquisa. Obrigada por dividirem comigo as angústias e as alegrias; foi muito bom poder contar com vocês.

À **Cibele Berto**, uma pessoa muito querida que tive o prazer de conhecer no grupo e que hoje é minha amiga. Obrigada por toda ajuda, incentivo, torcida, ensinamento e companheirismo ao longo desse mestrado. Serei eternamente grata a você.

Ao **Grupo LIFFE**, a todos meus colegas e amigos que participam do grupo, que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma, em especial à querida **Adriana Lunardi** por toda disposição em sempre me ajudar.

Ao **Ambulatório de Pneumologia do Hospital das Clínicas**, que me recebeu de portas abertas, pela parceria em ceder os prontuários dos pacientes, por ter auxiliado em meus questionamentos e me ajudado a compreender melhor os pacientes com DPOC.

À equipe do **Laboratório de Função Pulmonar do Instituto do Coração** pela disponibilidade em realizar os exames dos pacientes envolvidos na pesquisa.

Aos **pacientes** com DPOC, parte fundamental deste trabalho, por todo o esforço necessário para que participassem do estudo, pela confiança e contribuição à pesquisa.

Aos **meus grandes amigos**, Camila Borges, Edilene de Moraes e Sibila Zanatta que sempre me incentivaram e torceram por mim.

Por fim, agradeço em especial àqueles que sempre me apoiaram incondicionalmente, que certamente são os que mais compartilham da minha alegria: **minha amada família**.

Epígrafe

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Tereza de Calcutá)

Sumário

Lista de Abreviaturas e Siglas

Lista de Figuras

Lista de Quadros

Lista de Tabelas

Resumo

Abstract

1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 – OBJETIVOS.....	3
3 – REVISÃO DA LITERATURA.....	4
3.1 Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.....	4
3.2 O Equilíbrio postural.....	8
3.3 Equilíbrio postural e quedas em pacientes com DPOC.....	12
4 – MÉTODOS.....	16
4.1 Tipo e desenho do estudo.....	16
4.2 Amostra.....	16
4.3 Aspectos Éticos.....	17
4.4 Delineamento do estudo.....	17
4.5 Mensurações.....	18
4.5.1 História Clínica.....	18
4.5.2 Comorbidades.....	19
4.5.3 Equilíbrio Postural.....	19
4.5.4 Força Muscular de Membro Inferior.....	21
4.5.5 Monitoramento da atividade física de vida diária.....	22
4.5.6 Índice de Massa Corpórea.....	23
4.5.7 Prova de Função Pulmonar Completa.....	23
4.5.8 Qualidade do sono.....	24
4.5.9 Dispneia.....	25
4.5.10 Medo de quedas.....	25

4.5.11 Incidência de quedas.....	26
4.6 Análise Estatística.....	26
4.6.1 Cálculo amostral.....	26
4.6.2 Análise descritiva e normalidade dos dados.....	27
4.6.3 Análises de correlação e regressão linear múltipla.....	27
4.6.4 Análise de poder discriminativo através de Curva ROC (<i>receiver operator characteristic curve</i>) e análise do impacto do equilíbrio no risco de quedas.....	28
5 – RESULTADOS	29
5.1 Fatores associados à alteração do equilíbrio postural.....	32
5.2 Descrição das quedas.....	41
5.3 Predição de queda usando o Mini-BESTest.....	43
5.4 Risco de queda usando o Mini-BESTest e seus domínios.....	44
6 – DISCUSSÃO	46
6.1 Associação do equilíbrio postural com força muscular de membro inferior, idade, medo de queda e inatividade física.....	47
6.2 Avaliação do Mini-BESTest pelos domínios do BESTest.....	50
6.3 Incidência e predição de quedas.....	54
6.4 Limitações.....	57
7 – CONCLUSÃO	58
8 – REFERÊNCIAS	59
9 – ANEXOS	74

Lista de Abreviaturas e Siglas

APA	Ajustes posturais antecipatórios
AUC	<i>Area under curve</i>
BBS	<i>Berg Balance Scale</i>
BESTest	<i>Balance Evaluation Systems Test</i>
CAPPesq	Comissão de ética para análise de projetos de pesquisa
CAT	<i>COPD Assessment Test</i>
CPT	Capacidade pulmonar total
CVF	Capacidade vital forçada
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
EM	Estabilidade na marcha
et al.	e outros coautores
FCI	<i>Functional comorbidity index</i>
FES-I	<i>Falls Efficacy Scale-International</i>
FMD	Força muscular de dorsiflexores de tornozelo
FMP	Força muscular de plantiflexores de tornozelo
FMQ	Força muscular de quadríceps
GOLD	<i>Global initiative for chronic obstructive lung disease</i>
HCFMUSP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
IF	Inatividade física
IMC	Índice de massa corpórea
LR-	<i>Negative likelihood ratio</i>
LR+	<i>Positive likelihood ratio</i>
mMRC	<i>modified Medical Research Council</i>
OLST	<i>One-leg stance test</i>
OR	<i>Odds ratio</i>
OS	Orientação sensorial

PFE	Pico de fluxo expiratório
PE _{máx}	Pressão expiratória máxima
PI _{máx}	Pressão inspiratória máxima
PSQI	<i>Pittsburgh Sleep Quality Index</i>
ROC	<i>Receiver operator characteristic</i>
RPR	Respostas posturais reativas
SNC	Sistema nervoso central
VEF ₁	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VR	Volume residual

Lista de Figuras

FIGURA 1. Classificação baseada nos sintomas e histórico de exacerbações na DPOC.....	6
FIGURA 2. Desenho do estudo.....	18
FIGURA 3. Fluxograma dos participantes do estudo.....	29
FIGURA 4. Frequência de quedas no seguimento de 12 meses (N=25).....	42
FIGURA 5. Curva ROC para o Mini-BESTest na predição de queda prospectiva ao longo de 6 meses (A) e 12 meses (B).....	44

Lista de Quadros

QUADRO 1. Classificação da gravidade da limitação aérea na DPOC baseada no valor de VEF ₁ pós broncodilatador em pacientes com VEF ₁ /CVF <0,70.....	5
QUADRO 2. Descrição dos domínios que derivam do BESTest.....	20
QUADRO 3. Descrição dos itens que compõem cada domínio do Mini-BESTest	21

Lista de Tabelas

TABELA 1. Caracterização dos pacientes do estudo.....	30
TABELA 2. Variáveis de equilíbrio, força muscular, medo de queda, qualidade do sono e atividade física dos pacientes do estudo.....	32
TABELA 3. Matriz de correlação entre todas as variáveis avaliadas nos pacientes do estudo	33
TABELA 4. Variáveis associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo Mini-BESTest em pacientes com DPOC.....	34
TABELA 5. Variáveis independentes e de ajuste associadas ao equilíbrio postural (Mini-BESTest) em pacientes com DPOC.....	35
TABELA 6. Variáveis associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Ajustes Posturais Antecipatórios” em pacientes com DPOC.....	36
TABELA 7. Variáveis independentes e de ajuste associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Ajustes Posturais Antecipatórios” em pacientes com DPOC.....	36
TABELA 8. Variáveis associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Respostas Posturais Reativas” em pacientes com DPOC.....	37
TABELA 9. Variáveis independentes e de ajuste associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Respostas Posturais Reativas” em pacientes com DPOC.....	38
TABELA 10. Variáveis associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Orientação Sensorial” em pacientes com DPOC.....	39
TABELA 11. Variáveis independentes associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Orientação Sensorial” em pacientes com DPOC.....	39
TABELA 12. Variáveis associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Estabilidade na marcha” em pacientes com DPOC.....	40
TABELA 13. Variáveis independentes associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Estabilidade na marcha” em pacientes com DPOC....	40
TABELA 14. Detalhes dos eventos de quedas reportados pelos pacientes com DPOC (N = 67).....	42

TABELA 15. Valores Preditivos para o Mini-BESTest em 6 e 12 meses de seguimento.....	44
TABELA 16. Análise univariada do Mini-BESTest e seus domínios para risco de quedas ao longo de 12 meses.....	45

Resumo

Pereira ACAC. *Fatores associados à alteração do equilíbrio postural e predição de quedas em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica* [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2017.

Introdução: A presença de doença crônica e de várias comorbidades, somados à mobilidade reduzida e fraqueza muscular são fatores frequentemente associados ao risco de quedas em idosos, sendo o dano do equilíbrio um dos mais importantes preditores de quedas. Atualmente, há uma crescente evidência de que pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) são bastante suscetíveis a quedas visto que têm apresentado importantes déficits de equilíbrio. Há alguns estudos que avaliam o papel de fatores isolados deste déficit, contudo, a avaliação de múltiplos fatores na mesma população de pacientes ainda não foi muito investigada, assim como o impacto desta alteração de equilíbrio na predição de quedas nesta população ainda é pouco conhecido.

Objetivos: Determinar que fatores estão associados à alteração de equilíbrio postural em pacientes com DPOC e avaliar o impacto desta alteração do equilíbrio na predição de quedas nesta população. **Métodos:** Este estudo prospectivo de coorte incluiu 70 pacientes ambulatoriais com diagnóstico prévio de DPOC. Para a avaliação do equilíbrio os pacientes foram submetidos ao Mini-BESTest (*Balance Evaluation Systems Test*). As variáveis sexo, idade, frequência de exacerbações / hospitalizações decorrentes da doença respiratória no último ano foram coletados a partir de entrevista pessoal e de registros clínicos. A presença de comorbidades foi avaliada por meio da aplicação de uma escala denominada *Functional Comorbidity Index* (FCI). O nível de atividade física foi mensurado por meio de um sensor de movimento (acelerômetro), a força isométrica muscular máxima de membros inferiores foi avaliada por um dinamômetro, a qualidade do sono mensurada por meio do questionário *Pittsburgh Sleep Quality Index*, a dispneia pela *modified Medical Research Council* (mMRC) *dyspnoea scale*, o medo de quedas pela escala *Falls Efficacy Scale-International* (FES-I) e a função pulmonar por meio da prova de função pulmonar completa. Além disso, a incidência de quedas nos pacientes foi seguida por um ano sendo avaliada mensalmente

por um diário de autorrelato de quedas, entregue ao paciente após a avaliação inicial, e confirmada por ligações telefônicas. Para a análise estatística foram utilizados modelos de análise de regressão e análise de poder discriminativo através da *Receiver operator characteristic curve* (ROC curve). O nível de significância foi ajustado para todas as análises e foi de 5% ($p < 0,05$). **Resultados:** Verificou-se que o equilíbrio postural (Mini-BESTest - pontuação total) esteve independentemente associado à força muscular de quadríceps, ao medo de queda (FES-I) e à idade, ajustados pela inatividade física ($p < 0,001$, r^2 ajustado=0,49). Ao analisar cada domínio correspondente a um sistema do controle postural separadamente pudemos verificar também que o equilíbrio postural esteve independentemente associado a: idade e inatividade física, ajustados pelo índice de massa corpórea (IMC) no domínio “Ajustes Posturais Antecipatórios” ($p = 0,001$, r^2 ajustado=0,22); idade, força muscular de quadríceps e pressão inspiratória máxima ($PI_{\text{máx}}$), ajustados pelo aprisionamento aéreo no domínio “Respostas Posturais Reativas” ($p < 0,001$, r^2 ajustado=0,47); medo de queda e força muscular de dorsiflexores de tornozelo no domínio “Orientação Sensorial” ($p = 0,001$, r^2 ajustado=0,16); e qualidade do sono, inatividade física, idade e força muscular de plantiflexores de tornozelo no domínio “Estabilidade na marcha” ($p < 0,001$, r^2 ajustado=0,24). Além disso, 37,3% dos pacientes apresentaram pelo menos um evento de queda em um período de 12 meses de seguimento. Verificou-se também que um melhor desempenho no controle postural, avaliado pelo Mini-BESTest esteve associado a um menor risco de queda [*Odds ratio* (OR)=0,50] e que o Mini-BESTest mostrou ser um bom instrumento para prever quedas futuras em pacientes com DPOC [*Area under the curve* (AUC)=0,87, sensibilidade=84% e especificidade=73,8%]. **Conclusões:** A alteração do equilíbrio postural nesta população de pacientes com DPOC está associada à idade, fraqueza muscular de membros inferiores, medo de queda, qualidade do sono, inatividade física e à função pulmonar. Além disso, a alteração no equilíbrio postural é um bom preditor de quedas futuras nesta população, sendo o Mini-BESTest um bom instrumento para identificar os pacientes com maior risco de quedas. A implementação de programas de reabilitação que incluam treinamento de equilíbrio específico e prevenção de queda pode ser necessária para estes pacientes.

Descritores: equilíbrio postural; doença pulmonar obstrutiva crônica; sedentarismo; força muscular; sono; acidentes por quedas.

Abstract

Pereira ACAC. Factors associated with postural balance impairment and prediction of falls in patients with chronic obstructive pulmonary disease [Dissertation]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2017.

Introduction: The presence of chronic disease and several comorbidities, added to reduced mobility and muscle weakness are often associated with the risk of falls in the elderly, with balance impairment being one of the most important predictors of falls. Currently, there is growing evidence that patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) are quite susceptible to falls since they have presented significant balance deficits. There are some studies that evaluate the role of isolated factors in this deficit, however, the evaluation of multiple factors in the same sample of patients has not yet been much investigated, as well as the impact of this balance impairment in the prediction of falls in this population is not clear in the literature. **Objectives:** To determine the factors that are associated with postural balance impairment in patients with COPD and to evaluate the impact of this impairment on the prediction of falls in this population. **Methods:** This prospective cohort study included 70 outpatients with a previous diagnosis of COPD. Postural balance was evaluated by the Mini-BESTest (Balance evaluation systems test). Gender, age, frequency of exacerbations / hospitalizations resulting from respiratory disease in the last year were collected from an initial interview and patients' medical records. The presence of comorbidities was evaluated using the scale of Functional Comorbidity Index (FCI). The level of physical activity was measured using a motion sensor (accelerometer type), the maximal isometric muscle strength of the lower limbs was assessed using a dynamometer, the sleep quality measured by the Pittsburgh Sleep Quality Index, the dyspnea by the modified Medical Research Council (mMRC) dyspnoea scale, the fear of falling by the Falls Efficacy Scale-International scale (FES-I) and the lung function obtained by the Complete Pulmonary Function Test. In addition, the incidence of falls was followed for one year, assessed monthly by a calendar of self-reports of falls, given to the patient after the initial assessment, and confirmed by telephone calls. For the statistical

analysis, regression analyses models and discriminative power analysis by receiver operator characteristic curve (ROC) were used. The level of significance was adjusted for all analyses and was 5% ($p < 0.05$). **Results:** Postural balance (Mini-BESTest) was independently associated with quadriceps muscle strength, fear of falling (FES-I) and age, adjusted for physical inactivity ($p < 0.001$, adjusted $r^2 = 0.49$). When analyzing each domain corresponding to a postural control system separately, we could also verify that the postural balance was independently associated with: age and physical inactivity, adjusted by the body mass index (BMI) in the domain "Postural Anticipatory Adjustments" ($p = 0.001$, adjusted $r^2 = 0.22$); age, quadriceps muscle strength and maximal inspiratory pressure (MIP), adjusted by air trapping in the "Postural Reactive Responses" domain ($p < 0.001$, adjusted $r^2 = 0.47$); fear of falling and ankle dorsiflexors muscle strength in the domain "Sensory Orientation" ($p = 0.001$, adjusted $r^2 = 0.16$); and sleep quality, physical inactivity, age and ankle plantiflexors muscle strength in the domain "Balance during gait" ($p < 0.001$, adjusted $r^2 = 0.24$). In addition, 37.3% of patients had at least one fall event over a 12-month follow-up period. It was also verified that a better performance in postural control evaluated by Mini-BESTest was associated with a lower risk of fall [Odds ratio (OR) = 0.50] and that Mini-BESTest was showed to be a good tool to predict future falls in patients with COPD [Area under the curve (AUC) = 0.87, sensitivity = 84% and specificity = 73.8%]. **Conclusions:** Postural balance impairment in patients with COPD is associated with age, lower limb muscle weakness, fear of falling, sleep quality, physical inactivity and lung function. In addition, the postural balance impairment is a good predictor of future falls in this population, and Mini-BESTest is a good tool to identify patients at greater risk of falls. The implementation of rehabilitation programs that include specific balance training and fall prevention may be required for these patients.

Descriptors: postural balance; pulmonary disease, chronic obstructive; sedentary lifestyle; muscle strength; sleep; accidental falls.

1. Introdução

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma enfermidade prevenível e tratável, caracterizada por sintomas respiratórios persistentes e limitação ao fluxo aéreo¹. Embora a piora da função pulmonar seja a principal limitação fisiológica da DPOC, há uma variedade de alterações sistêmicas que acontecem com o decorrer da doença que, somadas aos sintomas respiratórios, podem ter implicações significativas para a qualidade de vida e prognóstico do paciente². Dentre as diversas consequências sistêmicas da DPOC, têm-se as limitações funcionais, como a fraqueza muscular periférica, redução da mobilidade funcional e da capacidade de exercício³. Além disso, há uma crescente evidência de que os pacientes com DPOC têm demonstrado importantes déficits de equilíbrio comparados a indivíduos saudáveis⁴⁻⁶.

A presença de doença crônica, o uso de diversas medicações, somados à mobilidade prejudicada e fraqueza muscular são fatores de risco frequentemente associados ao risco de queda em idosos, sendo o comprometimento do equilíbrio um dos mais importantes preditores de quedas⁷. Pelo fato dos pacientes com DPOC apresentarem muitos destes fatores de risco e como a prevalência da DPOC aumenta com a idade¹, é possível que um número considerável de pacientes com DPOC apresentem aumento do risco de queda devido ao acometimento do equilíbrio postural. Portanto, a investigação do controle postural nos pacientes com DPOC se faz de grande importância porque quedas estão associadas com aumento de hospitalizações e de

custos em serviços de saúde, além de redução da independência funcional, da qualidade de vida e da participação em atividade física^{8,9}.

Enquanto há cada vez mais evidências de que pacientes com DPOC apresentam déficit no equilíbrio postural, há na literatura uma lacuna a ser preenchida referente aos fatores associados a essa alteração, assim como o quanto este déficit de equilíbrio é capaz de prever quedas nesta população. Muitas hipóteses têm sido propostas, incluindo redução dos níveis de atividade física, fraqueza muscular periférica, alteração mecânica da musculatura de tronco e déficits somatossensoriais, porém uma investigação de fatores relacionados ao déficit de equilíbrio sob uma perspectiva multifatorial ainda se faz necessária.

Diante disso, há necessidade de estudos que avaliem diversas variáveis envolvidas no comprometimento do equilíbrio, tais como idade, inatividade física, força muscular de membros inferiores, qualidade do sono, medo de queda e função pulmonar em pacientes com DPOC. A identificação destes fatores poderá contribuir para o direcionamento de melhores estratégias de abordagem clínica no processo de reabilitação.

Além disto, há necessidade de se avaliar o impacto dessa alteração do equilíbrio postural na predição de quedas nestes pacientes e, desta forma, poder contribuir para futuras intervenções mais eficazes na prevenção do risco de queda e, consequentemente, reduzir a utilização de recursos de saúde associados a isso e melhorar a qualidade de vida desses portadores de DPOC.

2. *Objetivos*

- 1) Determinar se os fatores idade, inatividade física, força muscular de membros inferiores, qualidade do sono, medo de queda e função pulmonar estão associados à alteração de equilíbrio em pacientes com DPOC;
- 2) Avaliar o equilíbrio postural como preditor de quedas nos pacientes com DPOC no período de 6 e 12 meses de acompanhamento e avaliar o impacto do equilíbrio postural sobre o risco de queda nesta população.

3. Revisão da literatura

Neste capítulo, serão expostas as sínteses dos principais trabalhos relacionados ao tema abordado no presente estudo. O capítulo será subdividido em três seções diferentes: na primeira seção, serão abordados alguns conceitos referentes à DPOC e suas manifestações. A segunda seção terá como foco conceitos referentes ao equilíbrio postural e suas alterações com o envelhecimento. Por fim, na terceira seção, será estabelecida a relação entre a DPOC, o equilíbrio postural e a ocorrência de quedas nesta população.

3.1 Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

A DPOC é caracterizada por alterações nas vias aéreas e nos alvéolos causadas por exposições significativas a partículas e gases nocivos¹. Apesar do tabagismo ser o fator de risco mais bem estudado na DPOC, ele não é o único; há evidências de que não fumantes também podem desenvolver limitação crônica ao fluxo aéreo¹⁰. Dentre outros fatores que aumentam o risco de DPOC está a exposição à queima de biomassa (carvão, lenha, entre outros combustíveis) como importante fator de risco ambiental¹¹.

A DPOC é uma das principais causas de morbidade e mortalidade no mundo e resulta em sobrecarga econômica e social significativa e crescente¹¹. Além disso, a DPOC foi a 5ª causa de morte em 2002 e uma projeção estima que será a 4ª maior causa de morte em 2030, correspondendo a 7,8% do total de mortes no mundo¹². Segundo

dados obtidos pelo Projeto PLATINO, que descreveu a prevalência da DPOC em cinco áreas metropolitanas na América Latina, a estimativa é que esta patologia acomete no Brasil, aproximadamente, 15,8% dos adultos acima de 40 anos¹³.

O diagnóstico clínico da DPOC deve ser considerado na presença de dispneia, tosse crônica e/ou produção de escarro e história de exposição a fatores de risco para o desenvolvimento da doença, sendo confirmado após realização de espirometria¹. A presença de VEF₁ (Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo)/CVF (Capacidade Vital Forçada) < 0,70 após a administração de broncodilatador confirma a presença de obstrução ao fluxo aéreo e, conseqüentemente, o diagnóstico de DPOC¹. Segundo o *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease* (GOLD)¹, diretriz para tratamento e prevenção da DPOC, a doença pode ser classificada em quatro estágios de gravidade baseado na obstrução do fluxo aéreo que é estratificada pelos valores espirométricos do VEF₁ pós-broncodilatador (em porcentagem do predito) (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação da gravidade da limitação aérea na DPOC baseada no valor de VEF₁ pós broncodilatador em pacientes com VEF₁/CVF <0,70¹

GOLD 1: Leve	VEF ₁ ≥ 80% predito
GOLD 2: Moderada	50% ≤ VEF ₁ < 80% predito
GOLD 3: Grave	30% ≤ VEF ₁ < 50% predito
GOLD 4: Muito grave	VEF ₁ < 30% predito

Legenda: GOLD=*Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*, VEF₁=Volume Expiratório Forçado no 1º segundo, CVF=Capacidade Vital Forçada.

Segundo o GOLD¹, a DPOC também pode ser classificada nos grupos ABCD baseando-se nos sintomas do indivíduo e no histórico de exacerbações. Os sintomas podem ser avaliados pela sensação de dispneia por meio do instrumento *modified*

Medical Research Council (mMRC) dyspnoea scale, uma escala que varia de 0 a 4 e que quanto maior a graduação, maior é a sensação de dispneia¹⁴, assim como pela medida do estado de saúde baseando-se no *COPD Assessement Test (CAT)*, um questionário composto por 8 itens, cuja pontuação total varia de 0 a 40, e que quanto maior a pontuação, pior é o impacto clínico da doença¹⁵. A classificação nos grupos ABCD está ilustrada na Figura 1.

Figura 1. Classificação baseada nos sintomas e histórico de exacerbações na DPOC¹

A limitação crônica ao fluxo aéreo é resultado de uma combinação de alterações: inflamação dos brônquios (bronquite crônica), bronquíolos (bronquiolite obstrutiva) e de destruição do parênquima pulmonar (enfisema pulmonar), sendo que a contribuição de cada um desses componentes varia de indivíduo para indivíduo¹⁶. A fumaça do cigarro, assim como de outras partículas nocivas inaladas, causa inflamação no pulmão, uma resposta normal que parece ser modificada em pacientes que desenvolvem DPOC.

Esta resposta inflamatória pode induzir a destruição dos tecidos do parênquima, resultando em enfisema pulmonar, e interromper o reparo normal e mecanismos de defesa, resultando em fibrose das pequenas vias aéreas. Estas alterações patológicas levam ao aprisionamento aéreo e a progressiva limitação ao fluxo aéreo¹¹. Contudo, a patogênese e as manifestações clínicas da DPOC não se resumem apenas à inflamação pulmonar e ao remodelamento estrutural, e sim abrangem uma variedade de alterações sistêmicas. Estes efeitos extrapulmonares incluem inflamação sistêmica, perda de peso, disfunção musculoesquelética, risco aumentado de doença cardiovascular, osteoporose e depressão^{2,3,17}.

Há evidências de desequilíbrio entre a formação de radicais livres de oxigênio e a capacidade antioxidante que resulta em sobrecarga oxidativa nos pulmões¹⁸. Uma reação inflamatória anormal similar pode também ser detectada na circulação sistêmica, ou seja, o estresse oxidativo e a inflamação podem também estar envolvidos nos mecanismos de desenvolvimento dos efeitos sistêmicos da DPOC¹⁸. A perda de peso é um dos efeitos sistêmicos mais frequentes e, na maioria das vezes, é decorrente da perda de massa muscular. O desequilíbrio entre a ingestão e o gasto energético parece ser o fator presente na maioria dos casos. A inflamação sistêmica, a hipoxemia e as drogas utilizadas no tratamento da DPOC podem contribuir para este aumento do metabolismo^{2,17}.

Outra manifestação sistêmica bastante importante na DPOC é a disfunção da musculatura esquelética também relacionada a fatores, tais como a inflamação sistêmica, a miopatia por corticosteroides e a hipoxemia, assim como também associada ao estresse oxidativo, redução de hormônios anabólicos, depleção nutricional e descondicionamento^{2,17}. Pacientes com DPOC frequentemente também apresentam fraqueza e redução da *endurance* dos músculos respiratórios, sejam decorrentes de

fatores extrínsecos, como alterações geométricas da parede da caixa torácica e do volume pulmonar, ou de fatores intrínsecos, relacionados às mudanças no tamanho da fibra muscular e metabolismo muscular¹⁹.

O distúrbio do sono é outra característica comum em pacientes com DPOC. A doença, por produzir alguns sintomas noturnos, como hipoxemia, tosse e dispneia, leva a mudanças também no padrão de sono. Estudos em pacientes com DPOC têm demonstrado que uma grande parte destes pacientes apresenta má qualidade do sono^{20,21}.

3.2 O Equilíbrio Postural

O equilíbrio postural é a habilidade de controlar a posição do corpo no espaço, mantendo o centro de gravidade corporal dentro dos limites da base de suporte durante posições estática e dinâmica²². O sistema de controle postural atua como responsável pela recuperação da estabilidade por meio de movimentos corretivos e antecipatórios escolhidos conforme o tipo e amplitude das perturbações impostas ao corpo, bem como das demandas determinadas pela tarefa e pelo ambiente²³. O processamento do controle postural ocorre, inicialmente, por informações sobre a posição do corpo e sua trajetória no espaço, fornecidas por meio do sistema sensorial. O sistema nervoso central (SNC) então recebe essas informações aferentes e seleciona respostas efetivas. A execução das respostas programadas pelo SNC é feita pelo sistema efetor, composto pelo sistema musculoesquelético²⁴.

O controle postural é então mantido por informações sensoriais provenientes dos sistemas visual (visão), vestibular (aparelho vestibular) e somatossensorial (sensibilidade proprioceptiva), enquanto o sistema de resposta motora decorre de fatores

tais como a força muscular e o tempo de reação para responder eficazmente a uma perturbação externa²⁵. O ponto de referência para cada um dos sistemas sensoriais pode ser baseado: nas características externas do ambiente (sistema visual), nas forças gravitacionais (sistema vestibular) e nas informações colhidas a partir do contato com o meio (sistema somatossensorial)²⁶, sendo que qualquer alteração em um desses níveis pode comprometer a estabilidade corporal²⁵.

A manutenção bem sucedida do equilíbrio requer uma integração complexa da informação sensorial sobre a posição do corpo em relação ao ambiente e a capacidade de gerar respostas motoras adequadas para controlar o movimento do corpo²⁵. O controle postural ideal exige, inicialmente, ajustes posturais centrais prévios ao movimento voluntário. Este controle também deve ocorrer em resposta a perturbações externas que ameaçam mover o centro de massa corporal fora da base de suporte e, potencialmente, causar uma queda. Ambos os controles posturais, estático (manter o equilíbrio com movimento mínimo) e dinâmico (manter o equilíbrio enquanto movimenta a base de suporte) são essenciais para manter a estabilidade e evitar quedas²⁷.

A manutenção da postura frente a perturbações requer que o SNC utilize dois tipos de estratégias de ajuste postural, os antecipatórios e os compensatórios²⁸. Os ajustes posturais antecipatórios estão associados à ativação dos músculos posturais antes que a perturbação ocorra e são desencadeados com a finalidade de minimizar os efeitos de uma perturbação prevista por mecanismos de *feedforward*^{29,30}. Por outro lado, os ajustes posturais compensatórios lidam com a perturbação propriamente dita, restaurando o equilíbrio postural por meio da ativação muscular após o distúrbio, seja ele previsto ou não por mecanismo de *feedback* sensorial^{28,31}.

O declínio estrutural e funcional dos componentes responsáveis pela eficiência sensorial é comum com a idade e estas alterações estão associadas com déficits no equilíbrio postural. Vários estudos na literatura demonstraram que redução da acuidade visual, danos na função vestibular, assim como mudanças proprioceptivas relacionadas à idade podem comprometer a manutenção do equilíbrio³²⁻³⁷.

Além das alterações sensoriais, um dano na performance da resposta motora também está presente com o processo de envelhecimento, onde há perda de fibras musculares, neurônios motores, unidades motoras, força e massa muscular, o que provoca uma redução na habilidade de gerar força³⁸. A perda progressiva de massa muscular contribui significativamente para a diminuição da qualidade de vida durante o envelhecimento³⁹. O nível de atividade física também diminui com a idade e a inatividade física parece contribuir para o declínio da massa e função musculares. Além do equilíbrio prejudicado devido à fraqueza muscular, a redução na velocidade de contração muscular pode limitar a capacidade de prevenção de quedas, contribuindo assim para o aumento da incidência de lesões³⁹. Adicionalmente, foi evidenciado que a redução da força e potência muscular tem contribuído para alterações no controle postural de indivíduos idosos, sendo os grupos musculares dos dorsiflexores e flexores plantares de tornozelo e extensores e flexores do joelho identificados como os principais grupos associados a esse déficit, bem como os abdutores e adutores de quadril, mais fortemente associados à estabilidade lateral⁴⁰.

Desta forma, com o envelhecimento, as mudanças que ocorrem nos sistemas vestibular, visual e somatossensorial tendem a produzir um *feedback* diminuído aos centros que controlam a postura⁴¹. Além disso, os músculos efetores podem não ter capacidade de responder de forma eficiente aos distúrbios do equilíbrio corpóreo. Assim sendo, o tempo de reação e de movimento, que são fatores importantes para reajustar o

equilíbrio, também se encontram diminuídos com o avançar da idade²⁶. Este declínio nos diversos sistemas corporais que acompanha o processo de envelhecimento, marcado por alteração no equilíbrio postural, leva a prejuízos como quedas, lesões e perdas de independência⁴². A prevalência de quedas aumenta com o envelhecimento da população e as lesões relacionadas com estas quedas estão associadas à significativa morbidade e mortalidade, além de impor custos consideráveis nos sistemas de saúde em todo o mundo⁴³. Siqueira et al.⁴⁴, em 2011, mostraram uma prevalência de quedas entre os idosos no Brasil de 27,6%, sendo que entre os que sofreram queda, 11% tiveram fratura.

Ao longo dos anos, vários instrumentos foram desenvolvidos como meio de medir quantitativamente o equilíbrio na população idosa. Estas ferramentas têm sido fundamentais para avaliar a capacidade de manter o equilíbrio e, posteriormente, na identificação dos indivíduos que apresentam um risco substancial de queda⁴⁵. Existem vários métodos para avaliar o equilíbrio que podem ser categorizados como de laboratório ou de avaliação clínica. As medidas de avaliação laboratorial como posturografia são mais sensíveis e específicas para detectar alterações pontuais do equilíbrio postural, porém exigem equipamentos onerosos, o que torna difícil seu uso rotineiro⁴⁶. Já os instrumentos de medida clínica são usados para triagem de déficits de equilíbrio geral, prevendo assim, o risco de queda. Estas ferramentas clínicas são discriminativas e avaliativas e permitem a identificação dos indivíduos que podem se beneficiar do treino de equilíbrio e também são capazes de monitorar a mudança em resposta a intervenções⁴⁷. Os testes clínicos de avaliação de equilíbrio são de fácil execução e não tem necessidade de equipamentos sofisticados e onerosos e, portanto, adequados para prática clínica.

3.3 Equilíbrio postural e quedas em pacientes com DPOC

Embora a DPOC acometa, principalmente, os pulmões, diversas manifestações extrapulmonares têm sido descritas e dentre elas a alteração do equilíbrio postural⁴⁸. Estudos prévios da literatura têm demonstrado importantes déficits de equilíbrio na população com DPOC comparada a indivíduos saudáveis, sendo que os pacientes com DPOC exibem danos nas reações de equilíbrio em resposta a perturbações aplicadas externamente, o que tem uma particular relevância no risco de queda^{5,6}.

Diversos estudos têm sido realizados objetivando compreender os possíveis fatores associados à alteração do equilíbrio em pacientes com DPOC. Inicialmente, Butcher et al.⁴⁹, em 2004, compararam pacientes com DPOC em uso ou não de oxigênio suplementar com indivíduos saudáveis e os autores verificaram que os pacientes com DPOC apresentaram déficits no equilíbrio funcional, coordenação e mobilidade associados à gravidade da doença, mas não associados ao uso de oxigênio suplementar. Por outro lado, a partir de avaliações realizadas por Beauchamp et al.⁵⁰, em 2009, constatou-se que danos no equilíbrio e ocorrência de quedas comumente observados em pacientes com DPOC estavam associados ao uso de oxigênio suplementar. Os autores sugerem que isto ocorre, provavelmente, devido ao maior sedentarismo desse grupo de pacientes e devido à redução da coordenação motora decorrente da hipoxemia cerebral. Além disso, este mesmo estudo evidenciou que a menor confiança no equilíbrio também tem uma particular relevância no risco de queda nestes pacientes. Esta condição pode ser confirmada, posteriormente, por Oliveira et al.⁵¹, em 2015, que também verificaram a existência de associação entre o equilíbrio postural e o medo de quedas em pacientes com DPOC.

Além da hipoxemia e medo de quedas, a força muscular tem sido considerada fator essencial na manutenção do equilíbrio e na redução de oscilação corporal. A *endurance* muscular e o desempenho funcional parecem estar ainda mais estreitamente relacionados ao mesmo. Dada à importância da função muscular na manutenção do equilíbrio corporal, tem sido demonstrado que tanto a redução da força quanto da *endurance* muscular em pacientes com DPOC predis põem essa população a maiores déficits no controle corporal e, por consequência, a um aumento da ocorrência de quedas⁵². Beauchamp et al.⁶, em 2012, evidenciaram que pacientes com DPOC têm um tempo de reação atrasado para resposta de equilíbrio quando comparados a indivíduos saudáveis e que esse déficit de equilíbrio também está associado à força muscular de membros inferiores, assim como ao nível de atividade física. Recentemente, buscando investigar a relação existente entre o equilíbrio e nível de atividade física, Iwakura et al.⁵³ mostraram que os déficits de equilíbrio apresentados pelos pacientes com DPOC comparados a indivíduos saudáveis foram independentemente associados à atividade física.

A alteração proprioceptiva que ocorre nos pacientes com DPOC e sua relação com a fraqueza muscular inspiratória tem sido objeto de estudo como outro possível fator associado à alteração do equilíbrio postural nestes pacientes. O estudo de Janssens et al.⁵⁴ aponta que pacientes com DPOC, especialmente aqueles com fraqueza muscular inspiratória, apresentam uma maior confiança sobre os sinais proprioceptivos do tornozelo e menor confiança nos sinais proprioceptivos do dorso, sugerindo que a fraqueza muscular inspiratória contribui para o controle postural proprioceptivo prejudicado. Rocco et al.⁵⁵, em 2011, demonstraram que pacientes com DPOC de severidade moderada a grave, comparados a indivíduos saudáveis, além dos déficits de equilíbrio e de marcha, menor força muscular periférica e menor nível de capacidade

funcional, apresentaram também redução na resposta reflexa. Estes resultados sugerem que, além das alterações funcionais, os pacientes com DPOC apresentam comprometimentos neurofisiológicos, tais como alterações na condução nervosa.

Ainda no intuito de avaliar a alteração do equilíbrio em pacientes com DPOC comparados a indivíduos saudáveis, estudos mostraram que a presença de queda e a alteração do equilíbrio postural nos pacientes com DPOC estavam associadas à hipoxemia, dispneia, fadiga de membros inferiores e pior capacidade de exercício⁵⁶, assim como a uma maior inflamação sistêmica, sendo esta mais acentuada em condição de exacerbação aguda da doença⁵⁷. Adicionalmente, Voica et al.⁵⁸, em 2016, detectaram que entre os pacientes com DPOC, aqueles que apresentavam bronquite tiveram um pior desempenho nas medidas de controle postural e capacidade física comparados aos pacientes enfisematosos.

Relacionado à ocorrência de quedas, em um estudo prospectivo, Roig et al.⁵⁹ demonstraram que um terço de pacientes ambulatoriais com DPOC referiu ao menos uma queda num período de seis meses, o que reforça a presença de significativa instabilidade corporal nesse grupo de pacientes. Este mesmo estudo comparou pacientes com DPOC que sofreram quedas e que não sofreram e observaram que os pacientes que caíram são mais idosos, predominantemente mulheres, utilizam mais oxigênio nas exacerbações e mais medicamentos e têm uma alta prevalência de doença coronariana, porém sem diferença com relação à gravidade da DPOC. Além disso, houve uma tendência dos pacientes que caíram apresentarem menor nível de atividade física e menor confiança com relação ao equilíbrio.

Oliveira et al.⁶⁰, em uma análise prospectiva, estimaram que 40% dos pacientes com DPOC caíram pelo menos uma vez ao longo de um período de um ano. As quedas também parecem contribuir com a ocorrência de fraturas em pacientes com DPOC,

especialmente fraturas nas vértebras e no fêmur⁶¹. Além disso, esses pacientes têm entre 60 e 70% maior risco de morte após fratura do quadril do que aqueles sem DPOC⁶².

Baseado nas alterações do controle postural apresentadas pelos pacientes com DPOC, o tratamento preventivo dessas alterações têm sido foco de alguns estudos que mostraram que a realização de programa de reabilitação pulmonar convencional associado a treino de equilíbrio promoveu melhoras no controle postural, na força muscular, no nível de atividade física autorreferida e no medo de queda em pacientes com DPOC^{63,64}.

4. Métodos

4.1 TIPO E DESENHO DO ESTUDO

Estudo longitudinal que, após a avaliação inicial, monitorou a incidência de queda no período de um ano em pacientes com DPOC.

4.2 AMOSTRA

Participaram do estudo setenta pacientes com diagnóstico prévio de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, segundo os critérios estabelecidos pelo GOLD¹. Foram incluídos no estudo pacientes com DPOC estável (sem piora dos sintomas nos 30 dias anteriores ao recrutamento) e carga tabagística >10 anos-maço. Foram excluídos do estudo pacientes com DPOC com um dos seguintes critérios: em uso de oxigênio contínuo, doença cardiovascular sintomática, diagnóstico de doença neurológica ou musculoesquelética conhecidas que prejudiquem o equilíbrio postural, anormalidade visual não corrigida, participação em algum programa de reabilitação física nos seis meses prévios ao estudo, alterações cognitivas que limitassem o adequado seguimento de orientações e não aceitação em participar da pesquisa.

4.3 ASPECTOS ÉTICOS

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de ética para análise de projetos de pesquisa (CAPPesq) da instituição, sob número do parecer 940.589 (Anexo 1). Todos os pacientes receberam instruções e esclarecimentos sobre os procedimentos do estudo e leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2), concordando em participar da pesquisa.

4.4 DELINEAMENTO DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP). Os pacientes foram recrutados no grupo de doenças obstrutivas do Ambulatório de Pneumologia do HCFMUSP no período de março a dezembro de 2015 e aqueles que preencheram os critérios de inclusão foram então avaliados em todas as variáveis descritas adiante. Os pacientes foram avaliados em três dias não consecutivos (Figura 2). No primeiro dia, foi feito o levantamento no prontuário do paciente e realizada uma anamnese para coleta dos dados sociodemográficos e da história clínica, foi realizada também a mensuração das medidas antropométricas para o cálculo do índice de massa corpórea e aplicados os seguintes questionários e escalas: *functional comorbidity index* (FCI), escala de dispneia *modified Medical Research Council* (mMRC), escala de avaliação de quedas *Falls Efficacy Scale-International* (FES-I) e questionário para avaliação da qualidade do sono *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI). Ao final destas avaliações, foi entregue ao paciente um dispositivo para mensurar o nível de atividade física de vida diária, o qual permaneceu com o paciente por seis dias.

No segundo dia, um teste clínico (Mini-BESTest - *Balance Evaluation Systems Test*) foi aplicado a fim de avaliar o equilíbrio postural, assim como também foi realizado um teste para avaliação da força muscular de membro inferior (teste de força de contração isométrica voluntária máxima) e entregue ao paciente um calendário de quedas. No terceiro dia, uma prova de função pulmonar completa foi executada para avaliação de volumes, fluxos, capacidades pulmonares e pressões respiratórias máximas dos pacientes. A ficha utilizada para coleta de dados consta no Anexo 3.

Figura 2. Desenho do estudo. Os pacientes foram avaliados em três dias não consecutivos, com um período de 1 semana de intervalo entre eles.

4.5 MENSURAÇÕES

4.5.1 História Clínica

Os dados coletados referentes à história clínica do paciente foram “histórico tabagístico”, uso de medicamentos, frequência de exacerbações nos 12 meses prévios à

pesquisa e número de hospitalizações em decorrência da doença no último ano. Os pacientes também foram investigados quanto à frequência de quedas no último ano.

4.5.2 Comorbidades

A presença de comorbidades foi avaliada por meio da avaliação pela escala *functional comorbidity index* (FCI) que é composta por 18 questões, em que o escore varia de 0 a 18. Não há diferença de peso nas questões e cada resposta positiva relatada pelo paciente vale um ponto, sendo o escore final obtido pela soma de todas as comorbidades presentes. Esta escala é validada e confiável em predizer funcionalidade com base em dados de comorbidade⁶⁵⁻⁶⁷. (Anexo 4)

4.5.3 Equilíbrio Postural

O equilíbrio postural foi avaliado através do Mini-BESTest (*Balance Evaluation Systems Test*) (Anexo 5). O BESTest é uma ferramenta de avaliação do equilíbrio, desenvolvida para identificar sistemas de controle postural que estão alterados a fim de que o tratamento seja direcionado a um déficit de equilíbrio específico. O BESTest engloba seis seções (correspondentes a cada sistema do controle postural), com 4-6 itens cada uma e que demora cerca de 35 minutos para ser aplicado, o que torna limitado o seu uso rotineiro⁶⁸. Foi então criada uma nova ferramenta, o mini-BESTest, utilizado no presente estudo. O teste consiste de uma escala de 14 itens, que pode ser realizada em 10-15 minutos e que contém 4 das 6 seções, ou também denominados domínios, do BESTest original. São elas: “Transições - ajustes posturais antecipatórios”, “Respostas posturais reativas”, “Orientação sensorial” e “Estabilidade na marcha”⁶⁹, descritas no

Quadro 2. Cada item da escala tem uma pontuação que varia de 0 a 2, sendo que 0 indica que o indivíduo é incapaz de realizar a tarefa solicitada enquanto um escore de 2 classifica-o como normal, sendo o melhor escore total possível de 28 pontos.

Quadro 2. Descrição dos domínios que derivam do BESTest

Transições – ajustes posturais antecipatórios	Inclui tarefas que requerem movimento ativo do centro de massa corpórea na antecipação de uma transição de uma posição do corpo para outra.
Respostas posturais reativas	Inclui respostas no lugar e com passos compensatórios a uma perturbação externa induzida pelas mãos do examinador.
Orientação sensorial	Identifica qualquer aumento da oscilação postural durante a posição associada com alteração visual ou informação somatossensorial.
Estabilidade na marcha	Avalia a estabilidade durante a marcha quando o equilíbrio é desafiado.

Fonte: Horak et al., 2009⁶⁸

Além disso, para uma melhor análise das variáveis que influenciam cada sistema que controla o equilíbrio postural, os itens que compõem o Mini-BESTest foram agrupados nos seus respectivos domínios, previamente descritos no BESTest (Quadro 3).

Quadro 3. Descrição dos itens que compõem cada domínio do Mini-BESTest

Transições – ajustes posturais antecipatórios	<ul style="list-style-type: none"> • Sentado para de pé • Ficar na ponta dos pés • De pé em uma perna
Respostas posturais reativas	<ul style="list-style-type: none"> • Correção com passo compensatório - para frente • Correção com passo compensatório - para trás • Correção com passo compensatório – lateral
Orientação sensorial	<ul style="list-style-type: none"> • Olhos abertos, superfície firme (pés juntos) • Olhos fechados, superfície de espuma (pés juntos) • Inclinação - olhos fechados
Estabilidade na marcha	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança na velocidade da marcha • Andar com viradas de cabeça - horizontal • Andar e girar sobre o eixo • Passar sobre obstáculos • “<i>Get up and Go</i>” cronometrado com dupla tarefa

Fonte: Horak et al., 2009⁶⁸

4.5.4. Força Muscular de Membro inferior

O instrumento de medida utilizado para estimar a força de contração isométrica voluntária máxima do membro inferior foi o dinamômetro manual Nicholas[®], um equipamento portátil, de simples utilização e que fornece medidas válidas e confiáveis de contração muscular voluntária máxima⁷⁰. Os participantes tiveram sua força muscular mensurada no membro dominante, dos músculos quadríceps na posição

sentada e dos músculos dorsiflexores e plantiflexores de tornozelo em decúbito dorsal, sendo que a força isométrica realizada pelo paciente deveria ser mantida por 5 segundos após o comando verbal. Foram realizadas 3 repetições, sendo considerado o melhor valor entre as três, que deveriam diferir entre elas menos de 10%. Os dados foram apresentados em valores absolutos e a unidade em kg, assim como em % do predito⁷¹. Valores de força muscular de quadríceps menor que 80% do predito é indicativo de fraqueza muscular⁷².

4.5.5 Monitoramento da atividade física de vida diária

A atividade física de vida diária foi monitorada através de um sensor de movimento tipo acelerômetro marca *Actigraph*, modelo GT3X (*Actigraph* LLC, Pensacola, FL). Este tipo de dispositivo é validado em pacientes com DPOC^{73,74}. Estes aparelhos são leves (27 gramas) e pequenos (dimensões de 3,8 cm x 3,7cm x 1,8 cm), e são desenhados para registrar os movimentos nos três planos ortogonais: vertical, horizontal anteroposterior e médio-lateral. O *ActiGraph* GT3X mensura e registra variações de aceleração cujas magnitudes abrangem aproximadamente 0,05 e 2,5 G ($g=9,8m/s^2$) dentro de uma faixa de frequência de 0,25 a 2,5 Hertz. A saída do acelerômetro é digitalizada por um conversor analógico-digital de 12 bits a uma taxa de 30 vezes por segundo (30 Hertz). Os acelerômetros foram posicionados na cintura dos pacientes que foram orientados a permanecer com o equipamento por seis dias completos. O acelerômetro deveria ser utilizado o dia inteiro durante as horas em que o paciente permanecesse em vigília, sendo retirado apenas quando houvesse contato com água (higiene pessoal ou atividades aquáticas) e para dormir. Instruções para utilização do aparelho foram realizadas previamente. Para análise dos dados foi utilizado o

software específico, *ActiLife6 – Data Analysis Software by Actigraph*. Foram incluídos no banco de dados apenas dias completos de monitoramento. Hora consecutiva de zero *counts* foi considerada como período em que o paciente não utilizou o acelerômetro e dias com menos de oito horas em utilização do aparelho foram excluídos, por apresentarem poder de aumentar a variabilidade⁷⁵. Ao final, cada sujeito do estudo deveria ter no mínimo cinco dias completos de monitoramento, número de dias requeridos para estimar o nível de atividade física referidos em estudos com acelerômetro⁷⁶.

Os resultados foram apresentados em passos.dia⁻¹ e percentual de inatividade física (relação entre o tempo em que o indivíduo permanece em sedentarismo – 0 a 100 *counts* por minuto⁷⁷ e o tempo total de uso do aparelho). O número de passos.dia⁻¹ foi calculado a partir da média de passos dados nos dias de uso do aparelho, sendo que valores de passos <4580 por dia estão associados à inatividade física grave⁷⁸.

4.5.6 Índice de Massa Corpórea (IMC)

O IMC foi mensurado por meio da relação entre o peso corpóreo do paciente (kg) e o quadrado de sua altura (m)⁷⁹.

$$\text{IMC} = \text{peso (kg)} / \text{altura}^2(\text{m})$$

4.5.7 Prova de Função Pulmonar Completa

A prova de função pulmonar completa conteve diferentes etapas e foi utilizado o equipamento *Elite Plethysmograph (Medgraphics, USA)*, seguindo o consenso e as diretrizes para os testes de função pulmonar⁸⁰. A espirometria foi a primeira etapa desta

prova. Neste exame foi possível obter: capacidade vital forçada (CVF), pico de fluxo expiratório (PFE), volume expirado forçado no primeiro segundo (VEF₁) e a relação da CVF pelo VEF₁. A espirometria foi realizada antes e após a administração do broncodilator de curta duração, Salbutamol, sendo que a administração do broncodilator foi a última etapa a ser cumprida pelos pacientes^{80,81}. Os valores obtidos foram comparados a valores previstos adequados para a população⁸². Depois da espirometria foi mensurada a capacidade de difusão dos pulmões para o monóxido de carbono, que examina a transferência dos gases dos alvéolos até o interior das hemácias^{80,83}. A próxima etapa cumprida foi a medida das pressões respiratórias estáticas máximas inspiratória e expiratória (PI_{máx} e PE_{máx}) que consiste em avaliar o funcionamento dos músculos respiratórios⁸⁰. Durante estas manobras, foi solicitado ao paciente que realizasse um esforço máximo com a válvula ocluída por pelo menos dois segundos, sendo que dentre três manobras aceitáveis, pelo menos duas deveriam ser reproduzíveis (diferença entre valores <10%) e então foi computado o maior valor obtido⁸⁴. A última etapa, antes do broncodilatador, foi a medida dos volumes pulmonares estáticos, capacidades pulmonares e resistência pulmonar por meio da pletismografia de corpo inteiro^{80,85}.

4.5.8 Qualidade do Sono

A qualidade do sono foi avaliada por meio da aplicação do questionário *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI) (Anexo 6), que tem sido bastante utilizado em estudos envolvendo pacientes com DPOC^{20,21,86} e está validado para ser utilizado com a população brasileira⁸⁷. O PSQI é uma escala composta por sete componentes, cada uma lidando com um aspecto importante do sono. Os componentes têm uma pontuação que

varia de 0 a 3 cada, com uma pontuação total variando de 0 a 21. Uma pontuação superior a 5 apresenta uma boa sensibilidade e especificidade na diferenciação entre boa e má qualidade do sono. Uma pontuação global maior que 5 indica que o indivíduo está apresentando grande dificuldade em pelo menos 2 componentes, ou dificuldade moderada em mais de 3 componentes da escala⁸⁸.

4.5.9 Dispneia

O grau de incapacidade imposta pela sensação de dispneia dos participantes foi avaliado pela aplicação da *modified Medical Research Council (mMRC) dyspnoea scale*, um instrumento unidimensional de fácil aplicação baseado em situações sobre a percepção da dispneia durante atividades de diferentes intensidades, desde aquelas que exijam maior esforço físico como caminhadas rápidas até atividades mais simples de vida diária como vestir-se. Apresenta pontuação que vai de 0 a 4, em que escore mais elevado representa maior sensação de dispneia^{14,89}. (Anexo 7)

4.5.10 Medo de quedas

O grau de confiança que a pessoa tem em realizar atividades do dia a dia sem cair foi avaliado pela aplicação de uma escala de autoeficácia relacionada a quedas, denominada *Falls Efficacy Scale-International (FES-I)*, uma escala que apresenta questões sobre a preocupação com a possibilidade de cair ao realizar 16 atividades. O escore total varia de 16 (ausência de preocupação) a 64 (preocupação extrema), sendo que pontuações acima de 23 foram capazes de identificar elevado medo de queda⁹⁰. A FES-I tem excelente confiabilidade e validade em idosos^{90,91}. (Anexo 8)

4.5.11 Incidência de quedas

Foi fornecido aos participantes do estudo um diário de quedas após a avaliação inicial. Neste diário deveriam ser reportadas as quedas mensalmente durante o período de um ano de monitorização. A definição de queda foi a seguinte: “um evento inesperado no qual o sujeito cai no piso, solo ou a um nível inferior”⁹². As quedas também foram investigadas por meio de ligações telefônicas mensais a fim de confirmar o registro de todas as quedas e verificar com mais detalhes a natureza das mesmas, as circunstâncias, ferimentos sofridos, os cuidados de saúde necessários e outros fatores de risco potenciais específicos para pacientes com DPOC. (Anexo 9)

4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA:

4.6.1 Cálculo Amostral

Um tamanho de amostra de 50 pacientes, dos quais 23 deveriam ter pelo menos uma queda, foi calculado com base em um estudo prévio no qual os pacientes com DPOC sem histórico de quedas nos 12 meses anteriores apresentaram uma pontuação de 49 ± 5 (média $\pm$ SD) na *Berg Balance Scale* (BBS) e aqueles com histórico de quedas apresentaram uma pontuação de 45 ± 5 (média $\pm$ SD)⁵⁰. O valor alfa foi ajustado em 0,05 e o poder em 0,8. De acordo com a prevalência estabelecida de quedas de 40%⁶⁰, 70 pacientes foram recrutados para permitir possíveis perdas durante o seguimento.

4.6.2 Análise descritiva e normalidade dos dados

Foi realizada a análise descritiva dos dados, com frequência de distribuição para as variáveis quantitativas categóricas e variáveis qualitativas. Para as variáveis quantitativas contínuas foi testada a normalidade dos dados por meio do teste Kolmogorov-Smirnov.

5.6.3 Análises de correlação e regressão linear múltipla

Uma amostra de mais de 60 pacientes com DPOC foi adequada para a realização da análise de regressão linear múltipla considerando as seis variáveis independentes (idade, inatividade física, força muscular de membros inferiores, qualidade do sono, medo de queda e função pulmonar) que foram incluídas no estudo⁹³.

Para determinar a relação existente entre o equilíbrio e as demais variáveis foi realizada a análise por meio do Coeficiente de correlação de Pearson. De acordo com o valor do coeficiente encontrado na análise, a correlação foi classificada como sendo fraca, moderada ou forte⁹⁴. No intuito de determinar quais os fatores independentes associados à alteração do equilíbrio em pacientes com DPOC, foi utilizada a análise de regressão linear múltipla. As variáveis foram selecionadas para este modelo a partir do coeficiente de correlação ($p < 0,20$).

4.6.4 Análise de poder discriminativo através de Curva ROC (*receiver operator characteristic curve*) e análise do impacto do equilíbrio no risco de quedas

Com o objetivo de avaliar a precisão da previsão de queda do Mini-BESTest em pacientes com DPOC foi criada a Curva ROC assim como determinada a área sob a curva (AUC - *Area under curve*). A partir da curva ROC determinou-se uma pontuação de corte que maximizou os valores de sensibilidade e especificidade e calculou-se as razões de verossimilhança positiva e negativa (LR+ e LR-). Já a fim de avaliar o impacto do equilíbrio postural no risco de quedas, foi realizada a análise de regressão logística e para este modelo foram selecionadas as variáveis a partir do teste de Wald ($p < 0,05$).

O nível de significância ajustado para todas as análises foi de 5% ($p < 0,05$). As análises foram realizadas por meio do software estatístico SPSS versão 17.0 (SPSS. Inc. Chicago III).

5. Resultados

Foram triados 134 pacientes com DPOC, destes 72 preencheram os critérios de inclusão e aceitaram participar do estudo, porém 2 participantes não completaram todas as avaliações. Dos 70 pacientes que realizaram as avaliações, 67 deles finalizaram os 12 meses de seguimento com monitorização de quedas (Figura 3).

Figura 3. Fluxograma dos participantes do estudo

As características gerais dos pacientes estão descritas na Tabela 1. De maneira geral, os pacientes eram, na sua maioria do gênero masculino, idosos, com gravidade da doença de moderada a grave de acordo com a classificação do GOLD, com nenhuma ou no máximo uma exacerbação no último ano e 41,4% dos pacientes apresentaram-se com histórico prévio de pelo menos uma queda no último ano.

Tabela 1. Caracterização dos pacientes do estudo (n=70)

Dados antropométricos	
Gênero masculino, n (%)	43 (61,4)
Idade (anos)	67±9,3
IMC (kg/m ²)	27±6,4
Histórico tabagístico	
Ex-fumantes, n (%)	66 (94,3)
Carga tabagística (anos*maço)	56±38,2
Dispneia	
mMRC (pontuação), n (%)	
0	0 (0)
1	19 (27,1)
2	35 (50,0)
3	12 (17,2)
4	4 (5,7)
Presença de comorbidades	
FCI (pontuação)	3,0 (2,0)
Função Pulmonar	
CVF (% predito)	73,6±17,4
VEF ₁ (% predito)	42,7±14,2
VEF ₁ /CVF (%)	43,8±13,8
PI _{máx} (% predito)	65,3±22,0
PE _{máx} (% predito)	73,9±30,1
CPT (% predito)	113,9±19,6

VR (% predito)	212,6±66,7
VR/CPT (%)	60,1±8,7
Classificação GOLD, n (%)	
1	1 (1,4)
2	19 (27,2)
3	39 (55,7)
4	11 (15,7)
Exacerbações no último ano, n (%)	
0	26 (37,1)
1	23 (32,9)
2	5 (7,1)
3	16 (22,9)
4 ou +	9 (12,9)
Nº de quedas no último ano, n (%)	
0	41 (58,6)
1	11 (15,7)
2 ou +	18 (25,7)

Legenda: Os dados estão apresentados como média $\pm$ desvio padrão ou mediana (intervalo interquartil) conforme a distribuição dos dados, a menos que seja indicado de outra forma. IMC=Índice de massa corpórea, mMRC=*modified Medical Research Council dyspnoea scale*, FCI=*Functional Comorbidity Index*, CVF=Capacidade Vital Forçada, VEF₁=Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo, PI_{máx}=Pressão Inspiratória máxima, PE_{máx}=Pressão Expiratória máxima, CPT=Capacidade Pulmonar Total, VR=Volume Residual, GOLD=Índice de prognóstico e mortalidade para DPOC.

A descrição das variáveis de equilíbrio e demais variáveis clínicas avaliadas estão descritas na Tabela 2. Os pacientes avaliados apresentavam fraqueza muscular de quadríceps (< 80 % predito), relatavam má qualidade do sono (pontuação PSQI > 5), tinham elevado medo de queda (pontuação FES-I > 23) e apresentavam inatividade física grave (< 4580 passos.dia⁻¹) e passavam a maior parte do tempo em sedentarismo.

Tabela 2. Variáveis de equilíbrio, força muscular, medo de queda, qualidade do sono e atividade física dos pacientes do estudo (n=70)

Variáveis	
Mini-BESTest (pontuação total)*	22,2±3,3
Ajustes posturais antecipatórios (pontuação) [#]	4.6±1.0
Respostas posturais reativas (pontuação) [#]	3.5±1.5
Orientação sensorial (pontuação) [#]	5.6±0.8
Estabilidade na marcha (pontuação) [†]	8.3±1.3
Força muscular (kg) / (% predito)	
Quadríceps	23,6±6,5 / 65,9±18,2
Dorsiflexores de tornozelo	14,3±4,4 / 63,5±17,5
Plantiflexores de tornozelo	16,1±4,5
FES-I (pontuação)	25,1±7,0
PSQI (pontuação)	7,5±3,8
Atividade física (passos.dia ⁻¹)	4321,7±2427,3
Inatividade física (% do tempo)	70,9±11,5

Legenda: Os dados estão apresentados em média ± desvio padrão. Mini-BESTest=*Mini-Balance Evaluation Systems Test*, FES-I=*Falls Efficacy Scale-International*, passos.dia⁻¹=nº de passos dados por dia, PSQI=*Pittsburgh Sleep Quality Index*.

*Pontuação máxima total = 28 pontos, [#]pontuação máxima = 6 pontos, [†]pontuação máxima = 10 pontos.

5.1 Fatores associados à alteração do equilíbrio postural

Foi avaliada a associação entre todas as variáveis avaliadas no estudo com o equilíbrio postural, mensurado pelo Mini-BESTest e seus domínios. (Tabela 3).

Tabela 3. Matriz de correlação entre todas as variáveis avaliadas nos pacientes do estudo (n=70)

Variáveis		Idade (anos)	IMC (kg/m ²)	FMQ (kg)	FMD (kg)	FMP (kg)	FES-I (pontuação)	PSQI (pontuação)	PI _{máx} (cmH ₂ O)	CPT (L)	VR/CPT	IF (% do tempo)
Mini-BESTest (pontuação)	R	-0,41**	-0,08	0,44**	0,34*	0,37*	-0,42**	-0,18	0,41*	0,20	-0,21	-0,36*
	P	<0,001	0,52	<0,001	0,004	0,002	<0,001	0,14	0,01	0,11	0,08	0,003
APA (pontuação)	R	-0,40*	-0,24*	0,18	0,11	0,14	-0,14	0,05	0,22	0,07	-0,12	-0,36*
	P	0,001	0,04	0,14	0,35	0,24	0,26	0,70	0,16	0,60	0,32	0,002
RPR (pontuação)	R	-0,24*	0,09	0,47**	0,30*	0,38*	-0,40*	-0,12	0,49*	0,24*	-0,34*	-0,14
	P	0,05	0,44	<0,001	0,01	0,001	0,001	0,33	0,001	0,05	0,004	0,25
OS (pontuação)	R	-0,21	0,09	0,27*	0,29*	0,22	-0,36*	-0,15	0,07	0,07	0,09	-0,17
	P	0,16	0,45	0,03	0,01	0,07	0,002	0,14	0,64	0,57	0,46	0,21
EM (pontuação)	R	-0,30*	-0,17	0,26*	0,25*	0,24*	-0,25*	-0,26*	0,29	0,16	-0,08	-0,35*
	P	0,01	0,19	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,06	0,18	0,49	0,003

Legenda: IMC=Índice de Massa Corpórea, FMQ=Força muscular de quadríceps, FMD=Força muscular de dorsiflexores de tornozelo, FMP=Força muscular de plantiflexores de tornozelo, FES-I=*Falls Efficacy Scale-International*, PSQI=*Pittsburgh Sleep Quality Index*, PI_{máx}=Pressão Inspiratória Máxima, CPT=Capacidade Pulmonar Total, VR=Volume residual, IF=Inatividade física, Mini-BESTest=*Mini-Balance Evaluation Systems Test*, APA=Ajustes Posturais Antecipatórios, RPR=Respostas Posturais Reativas, OS=Orientação Sensorial, EM=Estabilidade na marcha, R coeficiente de correlação.

* P<0,05

**P<0,001

Os fatores associados à alteração do equilíbrio dos pacientes, avaliada pela pontuação total do Mini-BESTest, foram selecionados a partir da análise de correlação, sendo que as variáveis então selecionadas para a análise de regressão linear múltipla ($p < 0,20$ e de acordo com os menores valores de p para ordem de entrada no modelo) foram: força muscular de quadríceps (em kg), medo de queda (pontuação no FES-I), idade (em anos), inatividade física (em % do tempo), $PI_{máx}$ (em cmH_2O) e Volume residual (VR)/Capacidade Pulmonar Total (CPT) (Tabela 4). As variáveis incluídas não apresentaram colinearidade entre elas.

Tabela 4. Variáveis associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo Mini-BESTest em pacientes com DPOC

Variáveis	R	P
Força muscular de quadríceps (kg)	0,44	<0,001*
FES-I (pontuação)	-0,42	<0,001*
Idade (anos)	-0,41	<0,001*
Inatividade física (% do tempo)	-0,36	0,003*
$PI_{máx}$ (cmH_2O)	0,41	0,01*
VR/CPT	-0,21	0,08*

Legenda: FES-I=*Falls Efficacy Scale-International*, $PI_{máx}$ =Pressão Inspiratória Máxima, VR=Volume residual, CPT=Capacidade Pulmonar Total, R coeficiente de correlação. * $P < 0,20$ considerado significativo e sem colinearidade com as demais variáveis para entrada no modelo de regressão linear múltipla.

Foi utilizada a análise de regressão linear múltipla para avaliar as variáveis independentes associadas ao equilíbrio postural. Foi verificado que a força muscular de quadríceps, a idade e o medo de queda (FES-I), ajustados pela inatividade física foram as variáveis que permaneceram independentemente associadas ao equilíbrio postural (Mini-BESTest – pontuação total) (Tabela 5). Estas variáveis foram então incluídas

numa equação (Equação 1) e os resultados sugerem que elas foram capazes de explicar 49% da variação do equilíbrio postural dos pacientes avaliados.

Tabela 5. Variáveis independentes e de ajuste associadas ao equilíbrio postural (Mini-BESTest) em pacientes com DPOC

Variáveis independentes	B	P	IC - 95%
Força muscular de quadríceps (kg)	0,211	<0,001	0,120 – 0,302
Idade (anos)	-0,137	<0,001	-0,203 – -0,071
FES-I (pontuação)	-0,129	0,003	-0,213 – -0,044
Inatividade física (% do tempo) [#]	-0,041	0,10	-0,09 – 0,008

Legenda: FES-I=*Falls Efficacy Scale-International*, β =valores de beta, IC=intervalo de confiança.

[#] variável de ajuste do modelo

Equação 1: Mini-BESTest (pontuação total) = 32,50 + 0,211*força muscular de quadríceps (kg) – 0,137*idade (anos) – 0,129*FES (pontuação) – 0,041*inatividade física (% do tempo) (p<0,001; r² ajustado=0,49)

Além disso, foram também avaliadas as variáveis associadas a cada domínio do equilíbrio postural avaliado pelo Mini-BESTest e calculada uma equação para cada domínio a partir da análise de regressão linear múltipla.

Primeiramente, foram avaliados os fatores associados à alteração do equilíbrio no domínio “Transições - Ajustes Posturais Antecipatórios (APA)” por meio de análise de correlação de cada variável independente. A partir desta análise, as variáveis foram selecionadas para análise de regressão linear múltipla (p<0,20 e de acordo com os menores valores de p para ordem de entrada no modelo). Foram selecionadas as seguintes variáveis: idade, inatividade física (em % do tempo), IMC (em kg/m²), força muscular de quadríceps (em kg) e PI_{máx} (em cmH₂O) (Tabela 6), sendo que não foi

observada colinearidade entre elas. Dentre as variáveis selecionadas, somente a idade e a inatividade física, ajustados pelo IMC se apresentaram independentemente associadas com o domínio Transições - APA (Tabela 7). Estas variáveis foram incluídas na Equação 2 e os resultados sugerem que elas foram capazes de explicar 22% da variação do equilíbrio no domínio Transições - APA nos pacientes estudados.

Tabela 6. Variáveis associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Ajustes Posturais Antecipatórios” em pacientes com DPOC

Variáveis	R	P
Idade (anos)	-0,40	<0,001*
Inatividade física (% do tempo)	-0,36	0,002*
IMC (kg/m ²)	-0,24	0,04*
Força muscular de quadríceps (kg)	0,18	0,14*
PI _{máx} (cmH ₂ O)	0,22	0,16*

Legenda: IMC=Índice de Massa Corpórea, PI_{máx}=Pressão Inspiratória Máxima, R coeficiente de correlação. *P<0,20 considerado significativo e sem colinearidade com as demais variáveis para entrada no modelo de regressão linear múltipla.

Tabela 7. Variáveis independentes e de ajuste associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Ajustes Posturais Antecipatórios” em pacientes com DPOC

Variáveis independentes	β	P	IC - 95%
Idade (anos)	-0,034	0,01	-0,06 – -0,008
Inatividade física (% do tempo)	-0,02	0,045	-0,039 – -0,000
IMC (kg/m ²) [#]	-0,034	0,055	-0,070 – 0,001

Legenda: IMC=Índice de Massa Corpórea, β=valores de beta, IC=intervalo de confiança.

[#] Variáveis de ajuste do modelo

Equação 2: APA (pontuação) = 9,236 – 0,034*idade (anos) – 0,02*inatividade física (% do tempo) – 0,034*IMC (kg/m²) (p=0,001; r² ajustado=0,22).

Foram avaliados os fatores associados ao equilíbrio postural no domínio “Respostas Posturais Reativas” (RPR) por meio de análise de correlação linear e a partir desta foram selecionadas as variáveis para a análise de regressão linear múltipla ($p < 0,20$ e de acordo com os menores valores de p para ordem de entrada no modelo). Foram identificadas as seguintes variáveis: força muscular de quadríceps (em kg), $PI_{\text{máx}}$ (em cmH_2O), medo de queda (pontuação no FES I), VR/CPT e idade (em anos) (Tabela 8). As variáveis incluídas não apresentaram colinearidade entre elas. A partir da análise de regressão linear múltipla, pode-se observar que as variáveis idade, força muscular de quadríceps e $PI_{\text{máx}}$, ajustadas pelo VR/CPT permaneceram independentemente associadas ao domínio “Respostas Posturais Reativas” (Tabela 9). Estas variáveis foram incluídas na Equação 3 e os resultados sugerem que elas foram capazes de explicar 47% da variação do equilíbrio no domínio RPR nos pacientes avaliados.

Tabela 8. Variáveis associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Respostas Posturais Reativas” em pacientes com DPOC

Variáveis	R	P
Força muscular de quadríceps (kg)	0,47	<0,001*
$PI_{\text{máx}}$ (cmH_2O)	0,49	0,001*
FES-I (pontuação)	-0,40	0,001*
VR/CPT	-0,34	0,004*
Idade (anos)	-0,24	0,05*

Legenda: $PI_{\text{máx}}$ =Pressão Inspiratória Máxima, FES-I=*Falls Efficacy Scale-International*, VR=Volume Residual, CPT=Capacidade Pulmonar Total, R coeficiente de correlação. * $P < 0,20$ considerado significativo e sem colinearidade com as demais variáveis para entrada no modelo de regressão linear múltipla.

Tabela 9. Variáveis independentes e de ajuste associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Respostas Posturais Reativas” em pacientes com DPOC

Variáveis independentes	β	P	IC - 95%
Idade (anos)	-0,071	0,001	-0,110 – -0,031
Força muscular de quadríceps (kg)	0,077	0,006	0,023 – 0,131
PI _{máx} (cmH ₂ O)	0,025	0,011	0,006 – 0,044
VR/CPT [#]	-0,031	0,166	-0,077 – 0,014

Legenda: PI_{máx}=Pressão Inspiratória Máxima, VR=Volume Residual, CPT=Capacidade Pulmonar Total, β =valores de beta, IC=intervalo de confiança.

[#] Variável de ajuste do modelo

Equação 3: RPR (pontuação) = 6,989 – 0,071*idade(anos) + 0,077*força muscular de quadríceps (kg) + 0,025*PI_{máx} (cmH₂O) – 0,031*VR/CPT (p<0,001; r² ajustado=0,47)

Foram também avaliados os fatores associados à alteração do equilíbrio no domínio “Orientação Sensorial” (OS) por meio de análise de correlação. A partir desta análise foram selecionadas as seguintes variáveis para a análise de regressão linear múltipla (p<0,20 e de acordo com os menores valores de p para ordem de entrada no modelo): medo de queda (pontuação no FES-I), força muscular de dorsiflexores de tornozelo (em kg), qualidade do sono (pontuação no PSQI) e idade (em anos) (Tabela 10), sendo que não foi observada colinearidade entre elas. Dentre estas variáveis, medo de queda e força muscular de dorsiflexores de tornozelo se apresentaram independentemente associadas com o domínio “Orientação Sensorial” (Tabela 11). Estas variáveis foram incluídas na Equação 4 e os resultados sugerem que elas foram capazes de explicar 16% da variação do equilíbrio no domínio OS nos pacientes estudados.

Tabela 10. Variáveis associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Orientação Sensorial” em pacientes com DPOC

Variáveis	R	P
FES-I (pontuação)	-0,36	0,002*
Força muscular de dorsiflexores (kg)	0,29	0,01*
PSQI (pontuação)	-0,15	0,14*
Idade (anos)	-0,21	0,16*

Legenda: FES-I=*Falls Efficacy Scale-International*, PSQI=*Pittsburgh Sleep Quality Index*, R coeficiente de correlação. *P<0,20 considerado significativo e sem colinearidade com as demais variáveis para entrada no modelo de regressão linear múltipla.

Tabela 11. Variáveis independentes associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Orientação Sensorial” em pacientes com DPOC

Variáveis independentes	β	P	IC - 95%
FES-I (pontuação)	-0,038	0,005	-0,064 – -0,012
Força muscular de dorsiflexores (kg)	0,045	0,035	0,003 – 0,086

Legenda: FES-I=*Falls Efficacy Scale-International*, β =valores de beta, IC=intervalo de confiança.

Equação 4: OS (pontuação) = 5,966 – 0,038*FES-I (pontuação) + 0,045*força muscular de dorsiflexores de tornozelo (kg) (p=0,001; r² ajustado=0,16)

Por fim, foram avaliados os fatores associados ao equilíbrio postural no domínio “Estabilidade na marcha” (EM) por meio de análise de correlação e as variáveis selecionadas para a análise de regressão linear múltipla (p<0,20 e de acordo com os menores valores de p para ordem de entrada no modelo) foram: inatividade física (em % do tempo), idade (em anos), qualidade do sono (pontuação no PSQI), medo de queda (pontuação no FES-I), força muscular de plantiflexores de tornozelo (em kg) e CPT (em L) (Tabela 12). As variáveis incluídas não apresentaram colinearidade entre elas. Na análise de regressão linear múltipla foi verificado que as variáveis qualidade do sono

(pontuação no PSQI), inatividade física (em % do tempo), idade (em anos) e força muscular de plantiflexores de tornozelo (em kg) permaneceram independentemente associadas ao domínio “Estabilidade na marcha” (EM) (Tabela 13). Estas variáveis foram incluídas na Equação 5 e os resultados sugerem que elas foram capazes de explicar 24% da variação do equilíbrio no domínio EM nos pacientes avaliados.

Tabela 12. Variáveis associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Estabilidade na marcha” em pacientes com DPOC

Variáveis	R	P
Inatividade física (% do tempo)	-0,35	0,003*
Idade (anos)	-0,30	0,01*
PSQI (pontuação)	-0,26	0,03*
FES-I (pontuação)	-0,25	0,04*
Força muscular de plantiflexores (kg)	0,24	0,04*
CPT (L)	0,16	0,18*

Legenda: PSQI=*Pittsburgh Sleep Quality Index*, FES-I=*Falls Efficacy Scale-International*, CPT=Capacidade Pulmonar Total, R coeficiente de correlação. *P<0,20 considerado significativo e sem colinearidade com as demais variáveis para entrada no modelo de regressão linear múltipla.

Tabela 13. Variáveis independentes associadas ao equilíbrio postural avaliado pelo domínio “Estabilidade na marcha” em pacientes com DPOC

Variáveis independentes	β	P	IC - 95%
PSQI (pontuação)	-0,09	0,016	-0,162 – -0,017
Inatividade física (% do tempo)	-0,027	0,029	-0,050 – -0,003
Idade (anos)	-0,036	0,029	-0,068 – -0,004
Força muscular de plantiflexores (kg)	0,066	0,038	0,004 – 0,127

Legenda: PSQI=*Pittsburgh Sleep Quality Index*, β =valores de beta, IC=intervalo de confiança.

Equação 5: EM (pontuação) = 12,231 – 0,09*PSQI (pontuação) – 0,027*inatividade física (% do tempo) – 0,036*idade (anos) + 0,066*força muscular de plantiflexores (kg) ($p < 0,001$; r^2 ajustado=0,24)

5.2 Descrição das quedas

O número de quedas foi analisado nos pontos de tempo de seguimento de 6 e 12 meses e a incidência dos que apresentaram pelo menos uma queda nos períodos considerados foi de 21 (31,3%) e 25 pacientes (37,3%), respectivamente. Daqueles que relataram queda, 13 (61,9%) e 16 pacientes (64%), respectivamente, referiram duas ou mais quedas e foram classificados como caidores recorrentes. A Figura 4 mostra a frequência de novos caidores e caidores recorrentes entre os pacientes que caíram durante o seguimento de 12 meses. Nos primeiros 3 meses de acompanhamento, observou-se a maior proporção de novos caidores que diminuíram até os últimos meses do seguimento (10º ao 12º mês). Por outro lado, a proporção de caidores recorrentes aumentou durante o seguimento, atingindo a maior proporção no último trimestre (do 10º ao 12º mês). A maioria das quedas ocorreu em ambientes fechados (47,9%) enquanto realizavam atividades com membros superiores em pé (26,8%). A perda de equilíbrio foi autorreportada como causa em 22,5% das quedas e 29,6% dos pacientes relataram estar mais cansados e 19,7% maior fraqueza nas pernas no dia da queda. No total, houve 71 eventos de quedas registrados e 20 (28,2%) foram quedas prejudiciais (por exemplo, corte, hematomas e fraturas). Três quedas exigiram admissão hospitalar e um paciente apresentou fratura no braço. Na maioria das quedas (73,2%), os pacientes relataram estar mais preocupados em ter uma queda recorrente (Tabela 14).

Figura 4. Frequência de quedas no seguimento de 12 meses (N = 25). Os dados são apresentados como a porcentagem do total de pacientes que relataram alguma queda a cada 3 meses.

Tabela 14. Descrição dos eventos de quedas reportados pelos pacientes com DPOC (N = 67)

Detalhes das quedas	n (%)
Locais	
Dentro de casa	34 (47,9)
Fora de casa (por ex., no quintal, na garagem)	21 (29,6)
Comunidade	16 (22,5)
Atividades realizadas no momento da queda	
Em pé enquanto fazia atividade com os braços	19 (26,8)
Andando	15 (21,1)
Subindo/descendo escadas	12 (16,9)
Levantando-se	9 (12,7)
Andando enquanto fazia atividade com os braços	5 (7,0)
Outras diversas	11 (15,5)
Causas referidas	
Perda de equilíbrio	16 (22,5)
Escorregão	14 (19,7)

Tropeção	12 (16,9)
Tontura	10 (14,1)
Outras diversas	19 (26,8)
Sintomas no momento da queda	
Mais cansaço para respirar	21 (29,9)
Mais fraqueza nas pernas	14 (19,7)
Lesões (dor, hematoma, corte ou fratura)	22 (31,0)
Sentimento de maior preocupação em cair após a queda	52 (73,2)

Legenda: Os dados estão apresentados pelo número (%) de pacientes.

5.3 Predição de queda usando o Mini-BESTest

Foi avaliada a capacidade preditiva do Mini-BESTest após 6 e 12 meses de seguimento utilizando a *Receiver Operator Characteristic Curve* (ROC) (Figura 5) a partir da análise dos 67 pacientes que completaram o seguimento de 12 meses. As AUC indicaram uma excelente capacidade de discriminação do Mini-BESTest (0,85 e 0,87, respectivamente) para identificar o *status* de queda em ambos os períodos. A sensibilidade e a especificidade após 6 e 12 meses de seguimento foram semelhantes, 85,7% vs. 84% e 66,7% vs. 73,8%, respectivamente. A mesma pontuação de 22,5 foi o valor de corte ideal escolhido como o ponto de interseção que maximizou os valores de sensibilidade e especificidade para discriminar os caídores dos não caídores no período de acompanhamento de 6 e 12 meses (Tabela 15).

Figura 5. Curva ROC para o Mini-BESTest na predição de queda prospectiva ao longo de 6 meses (A) e 12 meses (B)

Tabela 15. Valores Preditivos para o Mini-BESTest em 6 e 12 meses de seguimento

Tempo (meses)	Ponto de corte	AUC (IC - 95%)	Sensibilidade (%)	Especificidade (%)	LR+	LR -
6	22,5	0,85 (0,76 – 0,94)	85,7	66,7	2,57	0,21
12	22,5	0,87 (0,79 – 0,95)	84	73,8	3,21	0,22

Legenda: AUC=Area under curve, IC=intervalo de confiança, LR+=positive likelihood ratio, LR-=negative likelihood ratio.

5.4 Risco de queda usando o Mini-BESTest e seus domínios

A associação entre o risco de queda e o equilíbrio postural avaliado pela pontuação total e dos domínios do Mini-BESTest foi analisada através de Regressão logística univariada e está descrita na Tabela 16. Para a construção do modelo foram analisados os dados dos 67 pacientes que completaram o período de seguimento de 12

meses, sendo considerado como variável dependente a presença de pelo menos uma queda e a ausência de queda no decorrer deste período (respectivamente, queda=1 e sem queda=0). As variáveis independentes (pontuação total do Mini- BESTest e de seus domínios) foram selecionadas de acordo com o teste de Wald na análise de regressão logística (p do teste de Wald=0,024). Nesta análise foi observado que uma pontuação total mais alta do Mini-BESTest foi significativamente associada a um menor risco de queda aos 12 meses (*Odds ratio* [OR] = 0,50; p <0,001). Além disso, uma pontuação mais alta nos domínios do Mini-BESTest do ajuste postural antecipatório (p = 0,005), respostas posturais reativas (p <0,001) e estabilidade na marcha (p <0,001) também foi associada a um menor risco de quedas em pacientes com DPOC.

Tabela 16. Análise univariada do Mini-BESTest e seus domínios para risco de quedas ao longo de 12 meses

Variáveis independentes	P	OR	IC - 95%
Mini-BESTest (pontuação total)	<0,001*	0,50	0,36 – 0,70
Ajustes posturais antecipatórios	0,005*	0,42	0,23 – 0,77
Respostas posturais reativas	<0,001*	0,41	0,25 – 0,65
Orientação sensorial	0,086	0,56	0,29 – 1,08
Estabilidade na marcha	<0,001*	0,33	0,19 – 0,59

Legenda: BESTest=Balance Evaluation Systems Test, OR=*odds ratio*, IC=intervalo de confiança.

* P<0,05

6. *Discussão*

No presente estudo, foi verificado que o equilíbrio postural, avaliado pela escala clínica Mini-BESTest, esteve independentemente associado à força muscular de quadríceps, à idade e ao medo de queda, ajustados pela inatividade física em pacientes com DPOC. Além disto, ao analisar cada domínio correspondente a um sistema do controle postural separadamente pudemos verificar também que o equilíbrio postural esteve independentemente associado: à idade e à inatividade física, ajustados pelo IMC no domínio “APA”; à idade, à força muscular de quadríceps e à PImáx, ajustados pelo aprisionamento aéreo (VR/CPT) no domínio “RPR”; ao medo de queda e à força muscular de dorsiflexores de tornozelo no domínio “OS”; e, à qualidade do sono, à inatividade física, à idade e à força muscular de plantiflexores de tornozelo no domínio “EM”. Por último, verificamos que um melhor desempenho no equilíbrio postural, mensurado pelo Mini-BESTest esteve associado a um menor risco de queda nos pacientes com DPOC e que a alteração no equilíbrio postural foi um bom preditor de quedas nestes pacientes aos 6 e 12 meses de seguimento, sendo este o primeiro estudo prospectivo a demonstrar a capacidade do Mini-BESTest em predizer quedas nesta população e a investigar um ponto de corte para uso na prática clínica.

6.1 Associação do equilíbrio postural com força muscular de membro inferior, idade, medo de queda e inatividade física

Há evidências que os pacientes com DPOC apresentam déficits no equilíbrio postural quando comparados a indivíduos saudáveis⁹⁵, porém ainda não está muito bem elucidado quais os fatores associados a essa alteração. Nossos achados sugerem que a força muscular do quadríceps, a idade e o medo de queda, ajustados pela inatividade física explicam, aproximadamente, 50% da variação de alteração do equilíbrio postural nos pacientes com DPOC estudados. No melhor do nosso conhecimento, dois estudos prévios foram realizados com o objetivo de explicar os fatores associados ao equilíbrio em pacientes com DPOC. Beauchamp et al.⁶, em 2012, mostraram que a força muscular de flexores de joelho e a atividade física autorrelatada ajustados pela idade, explicam, aproximadamente, 35% da variação do equilíbrio avaliada pelo BESTest. Já Iwakura et al.⁵³ mostraram que o nível de atividade física, mensurado pelo número de passos.dia⁻¹, a força muscular do quadríceps e a capacidade física ajustados pela idade, explicaram, aproximadamente, 70% da variação do equilíbrio avaliado pelo *One-leg stance test (OLST)*, uma ferramenta de avaliação de equilíbrio estático. Vistos conjuntamente, é possível verificar que as variáveis atividade e/ou inatividade física, idade e força muscular dos membros inferiores estão associadas ao equilíbrio nos pacientes com DPOC em todos os estudos, independente do instrumento utilizado para avaliar o equilíbrio. Por outro lado, parece que o percentual de variação de alteração de equilíbrio postural nos pacientes com DPOC variou significativamente entre os estudos, entre 35 e 70%. Em nossa opinião, esta diferença entre os estudos pode ter ocorrido por 3 fatores: o número de pacientes, a gravidade da doença e o instrumento de medida de nível de atividade física utilizado. Neste sentido, o estudo de Iwakura et al.⁵³, apesar de ter

utilizado um instrumento objetivo de medida de nível de atividade física, foi o que incluiu o menor número amostral ($n=22$ pacientes) bem como os pacientes que tinham a menor gravidade (predominantemente GOLD 2). Isto pode ter diferenciado os pacientes que eram mais graves dando maior poder de associação. O estudo de Beauchamp et al.⁶, apesar de ter incluído pacientes com maior gravidade, utilizou como medida de avaliação de nível de atividade física o autorrelato dos pacientes avaliados. Desta forma, entendemos que isto dê uma maior relevância aos nossos achados visto que os pacientes por nós avaliados tinham uma maior gravidade, além do fato de termos incluído o maior número de pacientes dentre os 3 estudos. Além disto, em nosso estudo a inatividade física foi avaliada utilizando uma ferramenta de medida objetiva, o que garante uma maior precisão da mesma, além de termos utilizado como variável associada a inatividade física ao invés dos passos.dia⁻¹, o que melhor representa os pacientes com DPOC⁹⁶.

A fraqueza muscular de membros inferiores é um fator de risco já bem estabelecido para dano no equilíbrio postural em idosos^{40,97} e parece estar envolvida também nos pacientes com DPOC. A correlação fraca entre a força muscular do quadríceps e o equilíbrio encontrada em nosso estudo ($r=0,44$) é consistente com a maioria dos estudos prévios da literatura^{6,53,98} que também mostraram uma correlação fraca a moderada entre a força muscular de quadríceps e o equilíbrio postural em pacientes com DPOC ($r=0,41$, $0,49$ e $0,50$, respectivamente). O único estudo que não encontrou uma correlação entre a força muscular do quadríceps e o equilíbrio foi o de Ozalevli et al.⁵⁶. Acreditamos que isto tenha ocorrido devido a diferenças metodológicas, visto que no estudo de Ozalevli et al.⁵⁶ a avaliação da força muscular foi feita pelo uso do teste muscular manual, um método subjetivo para determinar a mesma, enquanto no presente estudo a força muscular de quadríceps foi mensurada por

dinamometria. A força muscular de membros inferiores tem se mostrado ser um fator modificável com o exercício físico. Neste sentido, há evidências de que o treinamento físico, seja ele aeróbico e/ou resistido, promove melhorias na força (aumento de 78%), na resistência (aumento de 92%) e na massa muscular (aumento de 88%) dos membros inferiores em pacientes com DPOC⁹⁹. Dessa forma, sendo a força muscular de quadríceps um fator associado à alteração do equilíbrio postural em pacientes com DPOC, entendemos que a melhora da força muscular possa ter um impacto positivo no equilíbrio postural destes pacientes.

No presente estudo, foi também observado que a idade esteve independentemente associada à alteração do equilíbrio postural. Existem evidências na literatura que o equilíbrio postural está prejudicado em indivíduos idosos comparados a indivíduos jovens^{32,100-102}. Entretanto, os nossos achados sugerem que mesmo pequenas diferenças na idade em pacientes com DPOC são importantes de predizer alteração no equilíbrio. Um outro fator interessante foi que o medo de queda também foi um fator independentemente associado ao equilíbrio. Estes achados são subsidiados pelo estudo de Oliveira et al.⁵¹ que identificou uma correlação linear moderada ($r=-0,54$), mesmo tendo utilizado uma ferramenta diferente para avaliar o equilíbrio (*Berg balance scale*), envolvendo um menor número de pacientes (N=40) e com mais idade (em média, 71 anos). O medo de cair é um fator de risco modificável para quedas e há evidências na literatura que intervenções como aconselhamento e educação destinados a reduzir o medo de quedas em idosos são eficazes¹⁰³. Assim, entendemos que avaliar o medo de quedas dos pacientes pode ajudar a avaliar o risco de quedas futuro bem como identificar aqueles que irão se beneficiar com estratégias direcionadas para reduzir quedas. Em idosos frágeis, há evidência de que programa de treinamento resistido tem

se mostrado efetivo não apenas na melhora do desempenho físico, mas também na redução do medo de queda¹⁰⁴.

6.2 Avaliação do Mini-BESTest pelos domínios do BESTest

No presente estudo, analisamos separadamente as questões que compõem o teste de equilíbrio referente aos domínios “transições - ajustes posturais antecipatórios (APA)”, “respostas posturais reativas”, “orientação sensorial” e “estabilidade na marcha” previamente descritos no BESTest objetivando uma identificação dos fatores associados aos déficits posturais específicos.

Com relação ao domínio “APA”, observamos que sua pontuação estava independentemente associada à inatividade física e à idade, ajustados pelo IMC. Um estudo prévio demonstrou que o nível de atividade física autorrelatada está fracamente associado ($r=0,32$) com este mesmo domínio em pacientes com DPOC⁶. Entretanto, no presente estudo, verificamos que o tempo em sedentarismo estava mais associado ao APA que o nível de atividade física. Existem evidências do predomínio do comportamento sedentário em pacientes com DPOC que dispendem 64% do seu tempo total na posição sentada ou deitada comparados a 46% gastos pelos indivíduos idosos¹⁰⁵. A partir dos nossos resultados, hipotetizamos que o maior tempo dispendido em inatividade física tenha efeitos deletérios e leve à deterioração do equilíbrio. Embora os benefícios de saúde associados à participação em atividade física de intensidade moderada a vigorosa está bem estabelecido na literatura¹⁰⁶, isto pode não ser um objetivo tão realista aos portadores de DPOC. Por este motivo, um objetivo intermediário focado na redução do tempo gasto em comportamento sedentário e aumento de participação em atividade física de intensidade leve possa ser mais

apropriado e deva ser incentivado. Os estudos que relatam o comportamento sedentário como um fator modificável, tem mostrado alguma alteração na atividade física nesta população por meio de estratégias muitas vezes baseadas em metas individuais, com entrevistas motivacionais e contato frequente com um profissional de saúde, buscando aumentar a motivação, superar as barreiras e incentivatr a adesão¹⁰⁷.

Quanto à associação encontrada entre o domínio APA e a idade, já existem relatos de que há uma alteração no tempo de ativação da musculatura responsável pelo controle postural durante a realização de movimentos que envolvem tempo de reação em idosos^{108,109}. Esta alteração é uma das causas para o aumento no tempo que os idosos levam para iniciarem a realização de movimentos voluntários. O IMC foi fator de ajuste para o domínio APA. Este resultado pode ser explicado por estudo prévio sugerindo um pior ajuste postural em pacientes com DPOC que apresentam maior IMC⁵⁸.

O domínio “respostas posturais reativas” mostrou-se estar independentemente associado à idade e às forças musculares inspiratória e do quadríceps, ajustados pelo aprisionamento aéreo (VR/CPT) nos pacientes com DPOC. Similar ao mostrado no domínio APA, a força muscular do quadríceps e a idade também estavam associados ao domínio “respostas posturais reativas”. Porém, neste domínio foi também observada uma associação das variáveis força muscular inspiratória e aprisionamento aéreo. Sabe-se que pacientes com DPOC que tem maior aprisionamento apresentam uma redução da mobilidade do diafragma¹¹⁰ e que este tem um papel estabilizador na coluna vertebral¹¹¹. Adicionalmente, estes pacientes fazem maior uso da musculatura acessória. Portanto, vistos conjuntamente, é possível sugerir que os pacientes com maior aprisionamento aéreo e fraqueza muscular inspiratória tenham uma redução da mobilidade do diafragma e aumento do trabalho da musculatura acessória. Como consequência destas alterações, o diafragma deve ter uma redução do seu efeito

estabilizador na coluna vertebral e deve ocorrer um deslocamento do centro de gravidade devido ao uso da musculatura acessória. Entretanto, isto é apenas uma hipótese que precisa ser demonstrada. Nossos achados encontram subsídio no estudo de Janssens et al.⁵⁴ que verificaram que pacientes com DPOC, especialmente aqueles com fraqueza muscular inspiratória, apresentam aumento de sua dependência nos sinais proprioceptivos da musculatura de tornozelo e redução de sua dependência na musculatura de dorso quando comparados a indivíduos saudáveis. Além disto, os autores mostraram que as alterações proprioceptivas que ocorrem nos pacientes com DPOC podem ser decorrentes da influência da musculatura inspiratória na estabilidade do tronco. Os autores sugerem que uma demanda aumentada da função inspiratória do diafragma possa inibir a estabilização do tronco e sua consequente contribuição ao equilíbrio. Há evidências na literatura de que o treinamento aeróbico combinado com o alongamento muscular respiratório além de aumentar a capacidade de exercício funcional com redução da dispneia também está associado a uma maior eficácia dos músculos respiratórios e a uma maior participação do compartimento abdominal¹¹². Isto pode sugerir que a função muscular respiratória também constitui um fator modificável com a Reabilitação.

Com relação ao domínio “orientação sensorial”, verificamos que ele está independentemente associado ao medo de queda e à força muscular de dorsiflexores de tornozelo. Neste domínio, busca-se identificar oscilações posturais quando o indivíduo é colocado em situações de alteração visual ou de informação somatossensorial, atividades que envolvem uma maior complexidade de integração sensoriomotora, e consequentemente, despertam uma menor confiança no equilíbrio por parte de quem está sendo desafiado. Os nossos resultados são subsidiados pelo estudo prévio de Beauchamp et al.⁶ que demonstrou que a força muscular dos dorsiflexores de tornozelo

está associada ao equilíbrio postural. A estratégia de tornozelo é uma das estratégias conhecidas para o controle postural em ortostatismo tanto em situações normais como durante perturbações¹¹³. O objetivo desta estratégia é manter ou alcançar uma posição estável do centro de massa corpórea e manter o alinhamento do corpo por meio de movimentos corporais realizados, principalmente, sobre a articulação do tornozelo. Ao manter o corpo rígido com uma movimentação mínima das articulações do joelho e quadril, esta estratégia faz com que o corpo oscile como um pêndulo invertido utilizando a articulação do tornozelo como eixo de rotação. Esta ação é caracterizada pela ativação dos músculos anteriores e posteriores no sentido distal para proximal¹¹³. Sendo assim, os nossos achados sugerem que a fraqueza da musculatura dorsiflexora de tornozelo aumenta a dificuldade da manutenção do equilíbrio dos pacientes quando submetidos a situações de danos sensoriais, tais como em condições em que há ausência da visão ou em superfícies instáveis como sobre a espuma.

O domínio “estabilidade na marcha” mostrou-se independentemente associado à idade, qualidade do sono, força muscular de plantiflexores e inatividade física. Idosos geralmente apresentam um padrão diferente da marcha quando comparados a adultos jovens¹¹⁴. Estudos prévios também mostraram alterações no padrão de marcha de pacientes com DPOC, tais como comprimento de passo reduzido, aumento do tempo gasto em apoio duplo, menor ritmo (cadência e tempo de passada) e reduzida velocidade de marcha associada à gravidade da doença¹¹⁵⁻¹¹⁷. Além disto, existem evidências de que idosos apresentam uma associação entre menor eficiência do sono e alterações na velocidade de caminhada, o que pode impactar na estabilidade da marcha^{118,119}. A associação encontrada no presente estudo entre controle postural e qualidade do sono não havia sido antes demonstrada na população com DPOC. Porém, há evidências na literatura de que pacientes com DPOC submetidos a um programa de reabilitação

pulmonar apresentam melhora significativa na qualidade do sono¹²⁰, o que demonstra ser esta condição um fator modificável com a reabilitação. Já as associações encontradas entre o controle postural com a força muscular de plantiflexores de tornozelo e a inatividade física para este domínio não foram previamente encontradas⁶. Contudo, sabe-se que a força muscular de plantiflexores tem um papel importante no ciclo da marcha tanto na fase de contato quanto na fase de aceleração e balanço. Portanto, a redução da força nessa musculatura específica pode levar a alterações significativas na execução da marcha¹²¹. Além disso, há evidência na literatura de que a presença de anormalidades na marcha nos pacientes com DPOC poderia estar associada à redução do nível de atividade física¹²², o que confirma nossos achados. Assim, entendemos que a prática de atividade física pode ser uma ferramenta importante, causando adaptações no equilíbrio postural e, conseqüentemente, melhorando o desempenho da marcha.

6.3 Incidência e predição de quedas

Os nossos pacientes com DPOC foram acompanhados de maneira prospectiva por um período de 12 meses e verificamos que houve uma incidência de queda de 37,3%. Estes resultados são compatíveis com estudos prévios realizados tanto prospectivamente^{59,60} quanto retrospectivamente^{50,56,57}, nos quais a ocorrência de queda foi entre 27,8% e 46%. Além disso, o presente estudo mostrou que a maioria dos pacientes apresentaram quedas nos primeiros 3 meses de seguimento e a incidência diminuiu nos meses seguintes. No entanto, a porcentagem de pacientes caídores recorrentes nos meses seguintes aumentou. Estudos prospectivos anteriores mostraram que a taxa de caídores recorrentes variaram de 41 a 75% dos pacientes com DPOC que

caíram^{59,60}. Isso é consistente com os 64% dos caídores recorrentes no seguimento de 12 meses observado em nosso estudo. As quedas recorrentes ocasionam resultados adversos e custos econômicos substanciais⁸; portanto, a identificação de um preditor de queda para caídores recorrentes em pacientes com DPOC é essencial.

No presente estudo, utilizamos o Mini-BESTest como ferramenta de avaliação do equilíbrio postural. As vantagens de usar este instrumento são que ele pode ser realizado em um curto período de tempo e pode ser usado como ferramenta de triagem para identificar pacientes com risco de quedas. O Mini-BESTest mostrou ser uma ferramenta mais precisa para prever quedas do que um teste único, bem como uma ferramenta aceitável em pessoas idosas¹²³ e um bom instrumento para prever quedas em pacientes com doença de Parkinson^{124,125}. Um estudo recente também mostrou que o Mini-BESTest foi capaz de identificar a ocorrência de queda em pacientes com DPOC com ponto de corte de 21,5, apresentando uma sensibilidade de 68% e especificidade de 65%¹²⁶. Porém, o nosso estudo mostrou um ponto de corte no Mini-BESTest de 22,5, com valores superiores de sensibilidade e especificidade (respectivamente, 84% e 73,8%). Vale ressaltar que Jácome et al.¹²⁶ realizaram um estudo transversal, que envolveu um menor número de pacientes (N=46), no qual o relato de quedas foi feito de forma retrospectiva, além do fato de que os pacientes eram mais idosos (75,9 anos). Sendo assim, ao melhor do nosso conhecimento, o nosso estudo é o primeiro a avaliar o Mini-BESTest de maneira prospectiva e a demonstrar a capacidade deste teste de prever quedas futuras em pacientes com DPOC.

Com relação ao risco de queda em pacientes com DPOC, pudemos verificar que a alteração no equilíbrio postural, mensurado pelo Mini-BESTest, é um fator determinante para queda. Estudos prévios já mostraram correlação entre o pior desempenho no controle postural e a ocorrência de quedas⁵⁶, bem como, que

comparados a pacientes com DPOC que não caem, os pacientes com DPOC que caem apresentaram um pior desempenho em testes de avaliação de equilíbrio e mobilidade funcional^{50,57}. Contudo, todos estes estudos fizeram a coleta de quedas de forma retrospectiva, diferente do presente estudo. As diretrizes internacionais para prevenir ou reduzir as quedas enfatizam a importância de avaliar os eventos de queda de forma prospectiva⁹². Assim, nosso estudo prospectivo provavelmente fornece dados mais confiáveis sobre a incidência de queda na DPOC. Em outro estudo, Oliveira et al.⁶⁰ mostraram que o desempenho no equilíbrio postural foi independentemente associado à incidência de queda, porém o impacto desta variável foi considerado limitado pelos autores porque a influência do equilíbrio postural não permaneceu quando outros fatores preditores foram incluídos. Diferentemente do nosso estudo, este estudo incluiu um menor número de participantes, com média de idade superior, além de utilizar instrumento de medida de avaliação do equilíbrio postural distinto.

Observamos também que os pacientes com melhor desempenho nos domínios "ajuste postural antecipatório", "respostas posturais" e "equilíbrio durante a marcha" do Mini-BESTest apresentaram menor risco de queda. A capacidade de manter o equilíbrio na vida diária resulta de uma combinação de estratégias de controle postural antecipatório e compensatório¹²⁷. Embora o controle postural antecipatório diminua o efeito de um distúrbio previsível, o controle compensatório é o único recurso para uma perturbação inesperada¹²⁷. Um estudo anterior mostrou que os pacientes com DPOC são incapazes de reagir rapidamente em circunstâncias de instabilidade e os autores sugeriram que isso poderia levar a um risco aumentado de quedas⁶. Além disso, esses pacientes também demonstraram comprometimento do controle postural com déficits mais pronunciados em biomecânica, transições e domínios de marcha quando comparados a indivíduos saudáveis compatíveis com a idade⁶. Esta observação subsidia

os nossos achados e sugere que os pacientes com DPOC estão em maior risco de cair ao caminhar e ao realizar tarefas que exigem ajustes posturais antecipatórios e respostas posturais. Assim, um melhor desempenho nesses domínios pode levar a um melhor controle postural e, portanto, a um menor risco de queda. Além disso, nossos resultados também encontram suporte em estudos anteriores que demonstraram que alterações na marcha estão associadas ao risco de queda^{115,116}.

6.4 Limitações

O nosso estudo apresentou como limitações: a seleção da amostra ter sido realizada em hospital terciário, o que pode ter favorecido a seleção de pacientes mais graves, porém neste estudo o porcentual de pacientes em cada nível de gravidade do GOLD condiz com os demais artigos da literatura brasileira; a exclusão de pacientes em uso de oxigênio contínuo, o que nos impediu de avaliar o possível efeito da hipoxemia no controle postural, porém a inclusão destes pacientes poderia prejudicar a análise do nível de atividade física, além de ser uma população de difícil acesso na realidade da saúde pública brasileira; e, o fato de termos utilizado uma ferramenta para avaliação de equilíbrio postural que não é considerada padrão ouro, porém mais acessível à prática clínica e validada para a população estudada.

7. Conclusão

O presente estudo demonstrou que em pacientes com DPOC a alteração do equilíbrio postural está associada à idade, fraqueza muscular de membros inferiores, medo de queda, qualidade do sono, inatividade física e à função pulmonar. Além disso, ao verificarmos os fatores associados a cada sistema que controla o equilíbrio postural, contribuímos para identificação de déficits posturais específicos, o que pode direcionar melhores estratégias de abordagem clínica dentro de um programa de reabilitação, buscando atuar sobre os fatores modificáveis: força muscular de membros inferiores, força muscular inspiratória, inatividade física, medo de queda e qualidade do sono. Adicionalmente, este estudo avaliou um maior número de pacientes quando comparado a estudos prévios e também incluiu maior número de variáveis analisadas conjuntamente.

O presente estudo mostrou também que a alteração do equilíbrio postural é um bom preditor de quedas nos pacientes com DPOC. Desta forma, evidencia-se a importância de se avaliar o equilíbrio postural desses pacientes a fim de identificar aqueles com maior risco de quedas e, assim, poder implementar programas de reabilitação que incluam treinamento de equilíbrio específico e prevenção de queda para esta população.

8. Referências

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (Updated 2017). 2017. Disponível em: < <http://www.goldcopd.org/>. > Acessado em: 25 jul. 2017.
2. Agustí A, Soriano JB. COPD as a systemic disease. *COPD*. 2008;5(2):133-8.
3. Eisner MD, Blanc PD, Yelin EH, Sidney S, Katz PP, Ackerson L, et al. COPD as a systemic disease: impact on physical functional limitations. *Am J Med*. 2008;121(9):789-96.
4. Smith MD, Chang AT, Seale HE, Walsh JR, Hodges PW. Balance is impaired in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Gait Posture*. 2010;31(4):456-60.
5. Roig M, Eng JJ, Macintyre DL, Road JD, Reid WD. Postural Control Is Impaired in People with COPD: An Observational Study. *Physiother Can*. 2011;63(4):423-31.
6. Beauchamp MK, Sibley KM, Lakhani B, Romano J, Mathur S, Goldstein RS, et al. Impairments in systems underlying control of balance in COPD. *Chest*. 2012;141(6):1496-503.
7. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society (AGS/BGS), and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention.

- Guideline for the prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc*. 2001;49(5):664-72.
8. Stevens JA, Corso PS, Finkelstein EA, Miller TR. The costs of fatal and non-fatal falls among older adults. *Inj Prev*. 2006;12(5):290-5.
 9. Ruthig JC, Chipperfield JG, Newall NE, Perry RP, Hall NC. Detrimental effects of falling on health and well-being in later life: the mediating roles of perceived control and optimism. *J Health Psychol*. 2007;12(2):231-48.
 10. Behrendt CE. Mild and moderate-to-severe COPD in nonsmokers: distinct demographic profiles. *Chest*. 2005;128(3):1239-44.
 11. Vestbo J, Hurd SS, Agustí AG, Jones PW, Vogelmeier C, Anzueto A, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(4):347-65.
 12. Mathers CD, Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Med*. 2006;3:e442.
 13. Menezes AM, Jardim JR, Pérez-Padilla R, Camelier A, Rosa F, Nascimento O, et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and associated factors: the PLATINO Study in São Paulo, Brazil. *Cad Saude Publica*. 2005;21(5):1565-73.
 14. Kovelis D, Segretti NO, Probst VS, Lareau SC, Brunetto AF, Pitta F. Validation of the Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire and the Medical Research Council scale for use in Brazilian patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Bras Pneumol*. 2008;34(12):1008-18.

15. Jones PW, Harding G, Berry P, Wiklund I, Chen WH, Kline Leidy N. Development and first validation of the COPD Assessment Test. *Eur Respir J*. 2009;34(3):648-654.
16. Jardim J, Oliveira J, Nascimento O. II Consenso Brasileiro de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). *J Pneumol*. 2004;30:S1-S42.
17. Dourado VZ, Tanni SE, Vale AS, Faganello MM, Sanchez FF, Godoy I. Systemic manifestations in chronic obstructive pulmonary disease. *J Bras Pneumol*. 2006;32(2):161-71.
18. MacNee W. Pulmonary and systemic oxidant/antioxidant imbalance in chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc*. 2005;2(1):50-60.
19. American Thoracic Society and European Respiratory Society (ATS/ERS). 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(4):S2-S40.
20. Nunes DM, Mota RM, de Pontes Neto OL, Pereira ED, de Bruin VM, de Bruin PF. Impaired sleep reduces quality of life in chronic obstructive pulmonary disease. *Lung*. 2009;187(3):159-63.
21. Ali Zohal M, Yazdi Z, Kazemifar AM. Daytime sleepiness and quality of sleep in patients with COPD compared to control group. *Glob J Health Sci*. 2013;5(3):150-5.
22. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle postural normal. In: ShumwayCook A, Woollacott MH, editores. *Controle Motor – teoria e aplicações práticas*. 2a ed. Barueri: Manole; 2003. p.153-78.
23. Huxham FE, Goldie PA, Patla AE. Theoretical considerations in balance assessment. *Aust J Physiother*. 2001;47(2):89-100.

24. Chandler JM. Equilíbrio e Quedas no Idoso: Questões sobre a Avaliação e o Tratamento. In: Guccione AA, editor. *Fisioterapia Geriátrica*. 2a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. p.265-77.
25. Sturnieks DL, St George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiol Clin*. 2008;38:467-78.
26. Ramos LR, Neto, JT. *Geriatrics e Gerontologia – Guias de medicina ambulatorial e hospitalar UNIFESP-Escola Paulista de Medicina*. 1a ed. São Paulo: Manole; 2005.
27. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2007.
28. Nashner LM, McCollum G. The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis. *Behav Brain Sci*. 1985;8(1):135-72.
29. Bouisset S, Zattara M. Biomechanical study of the programming of anticipatory postural adjustments associated with voluntary movement. *J Biomech*. 1987;20(8):735-42.
30. Massion J. Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. *Prog Neurobiol*. 1992;38(1):35-56.
31. Diener HC, Horak FB, Nashner LM. Influence of stimulus parameters on human postural responses. *J Neurophysiol*. 1988;59(6):1888-905.
32. Manchester D, Woollacott M, Hylton NZ, Marin O. Visual, vestibular and somatosensory contributions to balance control in the older adult. *J Gerontol*. 1989;44(4):M118-127.
33. Teasdale N, Stelmach G, Breunig A, Meeuwsen H. Age differences in visual sensory integration. *Exp Brain Res*. 1991;85(3):691-6.

34. Cohen H, Heaton LG, Congdon SL, Jenkins HA. Changes in sensory organization test scores with age. *Age Ageing*. 1996;25(1):39-44.
35. Camicioli R, Panzer VP, Kaye J. Balance in the healthy elderly: posturography and clinical assessment. *Arch Neurol*. 1997;54(8):976-81.
36. Lord SR, Menz HB. Visual contributions to postural stability in older adults. *Gerontology*. 2000;46:306-10.
37. Di Fabio RP, Emasithi A, Greany JF, Paul S. Suppression of the vertical vestibulo-ocular reflex in older persons at risk of falling. *Acta Otolaryngol*. 2001;121:707-14.
38. Vandervoort AA. Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve*. 2002;25(1):17-25.
39. Degens H. Age-related skeletal muscle dysfunction: causes and mechanisms. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2007;7(3):246-52.
40. Orr R. Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly. A systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010;46(2):183-220.
41. Herdman SJ. *Reabilitação Vestibular*. 2a ed. São Paulo: Manole; 2002.
42. Matsumara BA, Ambrose AF. Balance in the elderly. *Clin Geriatr Med*. 2006;22(2):395-412;x.
43. World Health Organization (WHO). WHO global report on falls prevention in older age. 2007. Geneva, Switzerland 2007. p.1-47.
44. Siqueira FV, Facchini LA, Silveira DS, Piccini RX, Tomasi E, Thumé E, et al. Prevalence of falls in elderly in Brazil : a countrywide analysis. *Cad Saude Publica*. 2011;27(9) :1819-26.
45. Lajoie Y, Gallagher SP. Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the

Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Arch Gerontol Geriatr.* 2004;38:11-26.

46. Oliveira CC, Lee A, Granger CL, Miller KJ, Irving LB, Denehy L. Postural control and fear of falling assessment in people with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review of instruments, international classification of functioning, disability and health linkage, and measurement properties. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013;94:1784-1799.e7.
47. Beauchamp MK, Brooks D, Goldstein RS. Deficits in postural control in individuals with COPD - emerging evidence for an important secondary impairment. *Multidiscip Respir Med.* 2010;5(6):417-21.
48. Eisner MD, Iribarren C, Blanc PD, Yelin EH, Ackerson L, Byl N, et al. Development of disability in chronic obstructive pulmonary disease: beyond lung function. *Thorax.* 2011 Feb;66(2):108-14.
49. Butcher SJ, Meshke JM, Sheppard MS. Reductions in functional balance, coordination, and mobility measures among patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil.* 2004;24(4):274-80.
50. Beauchamp MK, Hill K, Goldstein RS, Janaudis-Ferreira T, Brooks D. Impairments in balance discriminate fallers from non-fallers in COPD. *Respir Med.* 2009;103(12):1885-91.
51. Oliveira CC, McGinley J, Lee AL, Irving LB, Denehy L. Fear of falling in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med.* 2015;109(4):483-9.
52. Roig M, Eng JJ, Road JD, Reid WD. Falls in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a call for further research. *Respir Med.* 2009;103(9):1257-69.
53. Iwakura M, Okura K, Shibata K, Kawagoshi A, Sugawara K, Takahashi H, et al. Relationship between balance and physical activity measured by an activity

- monitor in elderly COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016;11:1505-14.
54. Janssens L, Brumagne S, McConnell AK, Claeys K, Pijnenburg M, Burtin C, et al. Proprioceptive changes impair balance control in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *PLoS One*. 2013;8(3):e57949.
 55. Rocco CC, Sampaio LM, Stirbulov R, Corrêa JC. Neurophysiological aspects and their relationship to clinical and functional impairment in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clinics*. 2011;66(1):125-9.
 56. Ozalevli S, Ilgin D, Narin S, Akkoclu A. Association between disease-related factors and balance and falls among the elderly with COPD: a cross-sectional study. *Aging Clin Exp Res*. 2011;23:372-7.
 57. Crisan AF, Oancea C, Timar B, Fira-Mladinescu O, Tudorache V. Balance Impairment in Patients with COPD. *PLoS One*. 2015;10:e0120573.
 58. Voica AS, Oancea C, Tudorache E, Crisan AF, Fira-Mladinescu O, Tudorache V, et al. Chronic obstructive pulmonary disease phenotypes and balance impairment. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016;11:919-25.
 59. Roig M, Eng JJ, MacIntyre DL, Road JD, FitzGerald JM, Burns J, et al. Falls in people with chronic obstructive pulmonary disease: an observational cohort study. *Respir Med*. 2011;105(3):461-9.
 60. Oliveira CC, Lee AL, McGinley J, Thompson M, Irving LB, Anderson GP, et al. Falls by individuals with chronic obstructive pulmonary disease: a preliminary 12-month prospective cohort study. *Respirology*. 2015;20(7):1096-101.
 61. Liao KM, Liang FW, Li CY. Risks of all-cause and site specific fractures among hospitalized patients with COPD. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(40):e5070.

62. de Luise C, Brimacombe M, Pedersen L, Sorensen HT. Chronic obstructive pulmonary disease and mortality following hip fracture: a population-based cohort study. *Eur J Epidemiol.* 2008;23(2):115-22.
63. Beauchamp MK, Janaudis-Ferreira T, Parreira V, Romano JM, Woon L, Goldstein RS, et al. A Randomized Controlled Trial of Balance Training During Pulmonary Rehabilitation for Individuals With COPD. *Chest.* 2013;144(6):1803-10.
64. Mkacher W, Mekki M, Tabka Z, Trabelsi Y. Effect of 6 months of balance training during Pulmonary Rehabilitation in patients with COPD. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2015;35(3):207-13.
65. Groll DL, To T, Bombardier C, Wright JG. The development of a comorbidity index with physical function as the outcome. *J Clin Epidemiol.* 2005;58(6):595-602.
66. Fan E, Gifford JM, Chandolu S, Colantuoni E, Pronovost PJ, Needham DM. The functional comorbidity index had high inter-rater reliability in patients with acute lung injury. *BMC anesthiol.* 2012;12:21.
67. Marques WV. *Influência das comorbidades na capacidade funcional de pacientes com artrite reumatoide* (Dissertação). Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2014.
68. Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther.* 2009;89:484–498.
69. Franchignoni F, Horak F, Godi M, Nardone A, Giordano A. Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: the mini-BESTest. *J Rehabil Med.* 2010;42(4):323-31.

70. Wang C-Y, Olson S, Protas E. Test-retest strength reliability: hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:811-815.
71. The National Isometric Muscle Strength (NIMS) Database Consortium. Muscular weakness assessment: use of normal isometric strength data. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77(12):1251-5.
72. Nellessen AG, Donária L, Hernandez NA, Pitta F. Analysis of three different equations for predicting quadriceps femoris muscle strength in patients with COPD. *J Bras Pneumol.* 2015;41(4):305–312.
73. Langer D, Gosselink R, Sena R, Burtin C, Decramer M, Troosters T. Validation of two activity monitors in patients with COPD. *Thorax.* 2009;64(7):641-2.
74. Remoortel HV, Raste Y, Louvaris Z, Giavedoni S, Burtin C, Langer D, et al. Validity of six activity monitors in chronic obstructive pulmonary disease: a comparison with indirect calorimetry. *PLoS One.* 2012;7(6):1-11.
75. Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1381-95.
76. Trost SG, McIver KL, Pate RR. Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(11):531-43.
77. Hagströmer M, Oja P, Sjöström M. Physical activity in an adult population assessed by accelerometry. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(9):1502-8.
78. Depew Z, Novotny P, Benzo R. How many steps are enough to avoid severe physical inactivity in patients with chronic obstructive pulmonary disease? *Respirology.* 2012;16(6):1026-7.

79. Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Taylor HL. Indices of relative weight and obesity. *J Chronic Dis*. 1972;25(6):329-43.
80. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT). Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Bras Pneumol*. 2002;28(3):1-237.
81. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-38.
82. Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Bras Pneumol*. 2007;33:397-406.
83. Macintyre N, Crapo RO, Viegi G, Johnson DC, van der Grinten CP, Brusasco V, et al. Standardisation of the single-breath determination of carbon monoxide uptake in the lung. *Eur Respir J*. 2005;26(4):720-35.
84. Souza RB. Pressões Respiratórias Estáticas Máximas. *J Bras Pneumol*. 2002;28(Supl 3):155-65.
85. Wanger J, Clausen JL, Coates A, Pedersen OF, Brusasco V, Burgos F, et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J*. 2005;26(3):511-22.
86. Scharf SM, Maimon N, Simon-Tuval T, Bernhard-Scharf BJ, Reuveni H, Tarasiuk A. Sleep quality predicts quality of life in chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2010;6:1-12.
87. Bertolazi AN, Fagundes SC, Hoff LS, Dartora EG, Miozzo IC, de Barba ME, et al. Validation of the Brazilian Portuguese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Sleep Med*. 2011;12(1):70-5.

88. Buysse DJ, Reynolds CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res.* 1989;28(2):193-213.
89. Bestall JC, Paul EA, Garrod R, Garnham R, Jones PW, Wedzicha JA. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 1999;54(7):581-6.
90. Delbaere K, Close JC, Mikolaizak AS, Sachdev P, Brodaty H, Lord S. The Falls Efficacy Scale International (FES-I). A comprehensive longitudinal validation study. *Age Ageing.* 2010;39:210-216.
91. Camargos FF, Dias RC, Dias JM, Freire MT. Cross-cultural adaptation and evaluation of the psychometric properties of the Falls Efficacy Scale-International Among Elderly Brazilians (FES-I-BRAZIL). *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(3):237-43.
92. Lamb SE, Jorstad-Stein EC, Hauer K, Becker C. Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the Prevention of Falls Network Europe consensus. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53:1618-1622.
93. Norman G, Streiner D. *Biostatistics: The Bare Essentials*. 3rd ed. Hamilton, Canada: BC Decker Inc; 2008.
94. Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. *Applied Statistics for the Behavioral Sciences*. 5rd ed. Boston: Houghton Mifflin; 2003.
95. Porto EF, Castro AA, Schmidt VG, Rabelo HM, Kümpel C, Nascimento OA, et al. Postural control in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2015;10:1233-9.

96. Hill K, Gardiner PA, Cavalheri V, Jenkins SC, Healy GN. Physical activity and sedentary behaviour: applying lessons to chronic obstructive pulmonary disease. *Intern Med J*. 2015;45:474–8.
97. Moreland JD, Richardson JA, Goldsmith CH, Clase CM. Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52(7):1121-1129.
98. Bernabeu-Mora R, Medina-Mirapeix F, Llamazares-Herrán E, García-Guillamón G, Giménez-Giménez LM, Sánchez-Nieto JM. The Short Physical Performance Battery is a discriminative tool for identifying patients with COPD at risk of disability. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2015;10:2619-26.
99. De Brandt J, Spruit MA, Hansen D, Franssen FM, Derave W, Sillen MJ et al. Changes in lower limb muscle function and muscle mass following exercise-based interventions in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A review of the English-language literature. *Chron Respir Dis*. 2017;1:1479972317709642.
100. Baloh RW, Fife TD, Zwerling L, Socotch T, Jacobson K, Bell T, et al. Comparison of static and dynamic posturography in young and older normal people. *J Am Geriatr Soc*. 1994;42(4):405-12.
101. Hageman PA, Leibowitz JM, Blanke D. Age and gender effects on postural control measures. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76(10):961-5.
102. Granacher U, Bridenbaugh SA, Muehlbauer T, Wehrle A, Kressig RW. Age-related effects on postural control under multi-task conditions. *Gerontology*. 2011;57(3):247-55.
103. Zijlstra GAR, Van Haastregt JC, Van Rossum E, Van Eijk JT, Yardley L, Kempen GI. Interventions to reduce fear of falling in community-living older people: a systematic review. *J Am Geriatr Soc*. 2007;603–615.

104. Yamada M, Arai H, Uemura K, Mori S, Nagai K, Tanaka B, et al. Effect of resistance training on physical performance and fear of falling in elderly with different levels of physical well-being. *Age Ageing*. 2011;40(5):637-41.
105. Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Decramer M, Gosselink R. Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005;171(9):972-7.
106. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2011;43:1334–59.
107. Cavalheri V, Straker L, Gucciardi DF, Gardiner PA, Hill K. Changing physical activity and sedentary behaviour in people with COPD. *Respirology*. 2016;21(3):419-26.
108. Inglin B, Woollacott M. Age-related changes in anticipatory postural adjustments associated with arm movements. *J Gerontol*. 1988;43(4):M105-13.
109. Mercer VS, Sahmann SA, Diggles-Buckles V, Abrams RA, Norton BJ. Age group differences in postural adjustments associated with a stepping task. *J Mot Behav*. 1997;29(3):243-53.
110. Yamaguti WPS. *Mobilidade diafragmática em pacientes com DPOC: avaliação ultra-sonográfica do deslocamento crânio-caudal do ramo esquerdo da veia porta* (Dissertação). São Paulo: Universidade de São Paulo; 2007.
111. Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *J Physiol*. 2000;522:165–175.

112. Wada JT, Borges-Santos E, Porras DC, Paisani DM, Cukier A, Lunardi AC, et al. Effects of aerobic training combined with respiratory muscle stretching on the functional exercise capacity and thoracoabdominal kinematics in patients with COPD: a randomized and controlled trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016;11:2691-2700.
113. Horak FB. Clinical Measurement of postural control in adults. *Phys Ther*. 1987;67(12):1881-5.
114. Prince F, Corriveau H, Hébert R, Winter DA. Gait in the elderly. *Gait and Posture*. 1997;5:128-135.
115. Nantsupawat N, Lane P, Siangprapunt O, Gadwala S, Nugent K. Gait Characteristics in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *J Prim Care Community Health*. 2015;6(4):222-6.
116. Lahousse L, Verlinden VJ, van der Geest JN, Joos GF, Hofman A, Stricker BH, et al. Gait patterns in COPD: the Rotterdam Study. *Eur Respir J*. 2015;46(1):88-95.
117. Ilgin D, Ozalevli S, Kilinc O, Sevinc C, Cimrin AH, Ucan ES. Gait speed as a functional capacity indicator in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Thorac Med*. 2011;6(3):141–146.
118. Dam TT, Ewing S, Ancoli-Israel S, Ensrud K, Redline S, Stone K; Osteoporotic Fractures in Men Research Group. Association between sleep and physical function in older men: the osteoporotic fractures in men sleep study. *J Am Geriatr Soc*. 2008;56(9):1665-73.
119. Goldman SE, Stone KL, Ancoli-Israel S, Blackwell T, Ewing SK, Boudreau R, et al. Poor sleep is associated with poorer physical performance and greater functional limitations in older women. *Sleep*. 2007;30(10):1317-24.

120. Lan CC, Huang HC, Yang MC, Lee CH, Huang CY, Wu YK. Pulmonary rehabilitation improves subjective sleep quality in COPD. *Respir Care*. 2014;59(10):1569-76.
121. Perry, J. *Gait Analysis: normal and pathological function*. New Jersey: Slack; 1992.
122. Yentes JM, Sayles H, Meza J, Mannino DM, Rennard SI, Stergiou N. Walking abnormalities are associated with COPD: An investigation of the NHANES III dataset. *Respir Med*. 2011;105(1):80-7.
123. Marques A, Almeida S, Carvalho J, Cruz J, Oliveira A, Jácome C. Reliability, Validity, and Ability to Identify Fall Status of the Balance Evaluation Systems Test, Mini-Balance Evaluation Systems Test, and Brief-Balance Evaluation Systems Test in Older People Living in the Community. *Arch Phys Med Rehabil*. 2016;97(12):2166-2173.e1.
124. Mak MK, Auyeung MM. The mini-BESTest can predict parkinsonian recurrent fallers: a 6-month prospective study. *J Rehabil Med*. 2013;45(6):565-71.
125. Duncan RP, Leddy AL, Cavanaugh Jt, Dibble IE, Ellis TD, Ford MP, et al. Accuracy of fall prediction in Parkinson disease: six month and 12-month prospective analyses. *Parkinsons dis*. 2012;2012:237673.
126. Jácome C, Cruz J, Oliveira A, Marques A. Validity, Reliability, and Ability to Identify Fall Status of the Berg Balance Scale, BESTest, Mini-BESTest, and Brief-BESTest in Patients With COPD. *Phys Ther*. 2016;96(11):1807-1815.
127. Maki BE, McIlroy WE. The role of limb movements in maintaining upright stance: the “change-in-support” strategy. *Phys Ther*. 1997;77(5):488-507.

9. Anexos

ANEXO 1

Hospital das Clínicas da FMUSP
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

PROJETO DE PESQUISA

Título: FATORES PREDITIVOS PARA O EQUILÍBRIO POSTURAL EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA
Pesquisador Responsável: Celso Ricardo Fernandes de Carvalho **Versão:** 1
Pesquisador Executante: Ana Carolina Alves Caporali Pereira **CAAE:** 39460814.0.0000.0068
Coautores: Gerhard da Paz Lauterbach, Maria do Patrocínio Tenório Nunes
Finalidade Acadêmica: Mestrado
Orientador: Celso Ricardo Fernandes de Carvalho
Instituição: HCFMUSP
Departamento: FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Registro on-line: 12880

Número do Parecer: 940.589

Data da Relatoria: 28/01/15

Apresentação do Projeto: Trata-se de protocolo de pesquisa com a finalidade de Mestrado de Ana Carolina Alves Caporali Pereira sob a orientação do Dr. Celso Ricardo Fernandes de Carvalho. O estudo versa sobre a presença de doença crônica e de várias comorbidades, somados à mobilidade reduzida e fraqueza muscular são fatores frequentemente associados ao risco de queda em idosos, sendo o dano do equilíbrio um dos mais importantes preditores de quedas. Atualmente, há uma crescente evidência de que os indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) são bastante suscetíveis a quedas visto que têm apresentado importantes déficits de equilíbrio. Contudo, os fatores preditivos para o equilíbrio postural nesses indivíduos ainda não estão totalmente claros na literatura. A hipótese é que possíveis fatores, tais como: sexo, idade, presença de exacerbações / hospitalizações decorrentes da doença respiratória no último ano, bem como existência de comorbidades, nível de atividade física, força muscular periférica, qualidade do sono e presença de hiperinsuflação pulmonar podem ter papel determinante na alteração do equilíbrio postural em indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. Participarão do estudo cento e trinta pacientes com diagnóstico prévio de DPOC. Para a avaliação do equilíbrio os indivíduos serão submetidos ao Mini BESTest (Balance Evaluation Systems Test) e à posturografia dinâmica.

Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 225 - Prédio da Administração - 5º andar
 CEP 05403-010 - São Paulo - SP.
 55 11 2661-7585 - 55 11 2661-6442 ramais: 16, 17, 18 | marcia.carvalho@hc.fm.usp.br

Hospital das Clínicas da FMUSP

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

Sexo, idade, frequência de exacerbações / hospitalizações decorrentes da doença respiratória no último ano, bem como a existência de comorbidades, tais como doença cardiovascular, diabetes, depressão, disfunção ortopédica / osteoporose e déficits visuais, serão coletados a partir de questionário pessoal e de registros clínicos. O nível de atividade física será mensurado através de um sensor de movimento (tipo acelerômetro), a força isométrica muscular periférica máxima será avaliada através de um dinamômetro, a qualidade do sono mensurada através do questionário Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh e a presença de hiperinsuflação pulmonar obtida através da pletismografia. Para a análise estatística serão utilizados modelos de análise múltipla.

Objetivo da Pesquisa: Objetivo primário: Determinar quais os fatores preditivos que estão associados à alteração de equilíbrio em indivíduos com DPOC. Objetivo secundário: Comparar os instrumentos de avaliação do equilíbrio postural: teste clínico e teste laboratorial.

Avaliação dos Riscos e Benefícios: Durante os testes de equilíbrio, há o risco de quedas, porém considerado baixo, visto que uma pesquisadora treinada irá acompanhar o paciente durante o teste, e estará pronta para ajudá-lo caso precise. Os testes de função pulmonar podem acarretar desconforto devido a realização de manobras de inspiração e expiração máximas forçadas, contudo o laboratório no qual o teste será realizado está equipado para atender qualquer desconforto ou situação de emergência médica. Benefícios: Contribuir para futuras intervenções mais eficazes que possam prevenir o risco de queda e, consequentemente, reduzir a utilização de recursos de saúde associados a isso bem como melhorar a qualidade de vida dos indivíduos portadores de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: O protocolo está adequadamente elaborado e fundamentado estando prevista a informação aos participantes da pesquisa através do TCLE.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: Adequados.

Recomendações: Nenhuma.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: Sugiro aprovação.

Situação do Parecer: Aprovado.

Hospital das Clínicas da FMUSP
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

Necessita Apreciação da CONEP: Não.

Considerações Finais a critério do CEP: Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: **a)** desenvolver o projeto conforme delineado; **b)** elaborar e apresentar relatórios parciais e final; **c)** apresentar dados solicitados pelo CEP, a qualquer momento; **d)** manter em arquivo sob sua guarda, por 5 anos da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP; **e)** encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto; **f)** justificar perante o CEP interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

São Paulo, 28 de Janeiro de 2015

Prof. Dr. Alfredo José Mansur
Coordenador
Comissão de Ética para Análise
de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

ANEXO 2

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA

1. NOME:.....
 DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : M ☐ F ☐
 DATA NASCIMENTO:/...../.....
 ENDEREÇO.....Nº.....APTO:
 BAIRRO: CIDADE
 CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

DADOS SOBRE A PESQUISA

O(A) senhor (a) está sendo convidado(a) para participar do estudo intitulado: “Fatores preditivos para o equilíbrio postural em indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica” cujos responsáveis diretos pela pesquisa são a Fisioterapeuta Ana Carolina Alves Caporali Pereira e o Professor Celso Ricardo Fernandes Carvalho, tendo como colaboradores o Dr. Gerhard da Paz Lauterbach e a Dra. Maria do Patrocínio Tenório Nunes.

Estarei lendo estas informações para o(a) senhor(a) com o objetivo de esclarecer dúvidas em relação à sua participação voluntária neste estudo que tem o objetivo de compreender quais as razões pelas quais as pessoas que tem Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) como o(a) senhor(a) perdem mais o equilíbrio. Através do melhor entendimento desses mecanismos poderemos contribuir para desenvolver programas de tratamentos mais eficazes na prevenção do risco de queda e melhorar a qualidade de vida dos pacientes que tem DPOC.

Caso o(a) Sr(a) aceite em participar, nós iremos pegar algumas informações do seu prontuário médico como por exemplo a presença de outras doenças e medicamentos que o(a) Sr(a) faz uso. Em seguida, o(a) senhor(a) responderá a um questionário sobre sua história clínica, tais como frequência de exacerbações e hospitalizações decorrentes da doença respiratória no último ano e frequência de quedas também no último ano. Nós pediremos para o(a) Sr(a) vir ao hospital em 3 dias diferentes no período de 3 semanas.

No primeiro dia, o(a) senhor (a) responderá a alguns questionários simples e com perguntas do seu cotidiano, que avaliarão a presença de outras doenças que o(a) senhor (a) possa ter, avaliaremos quanto o(a) Sr(a) sente de falta de ar, o seu medo de cair e a qualidade de seu sono. Para avaliar o quanto o(a) Sr(a) faz de atividade física no seu dia-a-dia, lhe emprestaremos um pequeno aparelho na forma de um relógio para colocar na cintura e o(a) Sr(a) ficará com este equipamento por 6 dias consecutivos e em seguida deverá devolvê-lo para mim no mesmo local da consulta que o(a) Sr(a) tem com o pneumologista (5º andar, bloco A, Prédio dos Ambulatórios - Ambulatório de Pneumologia).

No segundo dia, o(a) senhor(a) realizará um teste de equilíbrio no qual pediremos que realize

algumas tarefas tais como permanecer em pé sobre uma perna, permanecer em pé sobre as pontas dos dedos e se levantar da cadeira. Durante os testes de equilíbrio, o risco de quedas é baixo visto que uma fisioterapeuta treinada irá acompanhá-lo (a) e estará pronta para ajudá-lo(a) caso o(a) Sr(a) perca o equilíbrio. Saiba que este teste é feito por fisioterapeutas do mundo todo e a chance de perder o equilíbrio é uma em cada cem testes. Neste mesmo dia, o(a) senhor(a) também realizará um teste para avaliar como está a força do seu músculo da coxa e do seu tornozelo. Neste teste, o(a) senhor(a) terá que realizar o máximo de força possível para esticar o joelho e depois para dobrar o tornozelo para cima e para baixo. Estes testes devem durar cerca de 45 minutos.

No terceiro dia, o(a) senhor(a) realizará a prova de função pulmonar completa, que é um exame de sopro e possui diferentes etapas que permitem avaliar o quanto de ar entra e sai dos seus pulmões, avaliar a troca dos gases dentro do seu pulmão, assim como a força dos músculos da respiração e este teste não tem riscos e demora 1 hora.

Ao responder os questionário, o(a) Sr(a) não terá qualquer risco. Quando realizar os testes de equilíbrio, o(a) Sr(a) poderá se desequilibrar mas não cairá porque estaremos tomando conta para que isto não aconteça.

Informo que o(a) Sr(a) terá acesso a todas as informações e exames realizados, podendo esclarecer qualquer dúvida a qualquer tempo. O principal investigador é o Dr. Celso Ricardo Fernandes de Carvalho que pode ser encontrado no Prédio dos Ambulatórios, 4º andar, bloco 6, Ambulatório Geral e Didático ou nos telefones (11) 98415-3234 e (11) 30697691 e o investigador executante é a Fisioterapeuta Ana Carolina Alves Caporali Pereira que pode ser encontrada no telefone (11) 97137-9495. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: 3069-6442 ramais 16, 17, 18 ou 20, FAX: 3069-6442 ramal 26 – E-mail: cappelq@hcnet.usp.br. Informo ainda que o(a) Sr(a) terá liberdade de deixar de participar do estudo, caso isto lhe convenha, sem que isto traga qualquer prejuízo no seu acompanhamento médico e na realização de exames que você dispõe hoje. Sua assistência médica não será interrompida em caso de desistência na participação do estudo. Nós lhe garantimos que todas as informações obtidas com o estudo não serão relacionadas pessoalmente e nem permitirão que você seja identificado. Nós garantimos seu **sigilo, confidencialidade e privacidade**. O(a) Sr(a) será informado sobre os resultados parciais e/ou os resultados totais deste estudo, bem como será esclarecido qualquer dúvida referente a eles. Não haverá, para você, qualquer despesa pessoal em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Fatores preditivos para o equilíbrio postural em indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica”. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste serviço.

Assinatura do paciente/representante legal Data ____/____/____

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo estudo

Data ____/____/____

ANEXO 3

Formulário de coleta de dados

Critérios de inclusão		
	Sim	Não
DPOC estável (sem piora dos sintomas nos 30 dias anteriores ao recrutamento)	☐	☐
Carga tabagística >10 anos maço	☐	☐

Critérios de exclusão		
DPOC em uso de oxigênio contínuo	☐	☐
Doença cardiovascular sintomática	☐	☐
Diagnóstico de doença neurológica ou musculoesquelética que prejudiquem o equilíbrio postural	☐	☐
Anormalidade visual não corrigida	☐	☐
Incapaz de entender o português falado	☐ ☐	☐
Recusa-se a participar	☐ ☐	Razão:

Dados sociodemográficos		
Nome do participante: _____		
ID do participante: _____	Data da avaliação: ____/____/____	Iniciais do avaliador _____
Data de nascimento: ____/____/____	Sexo: ☐ M ☐ F	
Altura (cm): _____ Peso (kg): _____ IMC (kg/m ²): _____		

História Tabagística

Sim / Ex-fumante

Anos maço: _____

Fumou por quanto tempo? _____

Em que ano parou de fumar? _____

Gravidade da DPOC

Estado atual Data: ____/____/____ Clinicamente estável há _____ dias (> 30 dias)

Quantos dias você saiu de casa na última semana: _____

Quantas horas você ficou fora de casa em um dia habitual (normal) na última semana: _____

Quantas exacerbações você teve no último ano: _____

“Uma exacerbação é um evento agudo caracterizado por um agravamento dos sintomas respiratórios do paciente que vai além das variações normais do dia a dia e que leva a mudanças nas medicações.” (Definição GOLD 2013)

☐ Nenhuma ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ou mais

Se houver, quantas levaram a hospitalização: _____

☐ Nenhuma ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ou mais
Dispneia – Escala mMRC**Grau de falta de ar relacionado às atividades**

0. ☐ Não apresenta falta de ar, a não ser quando realiza exercício extenuante.
1. ☐ Apresenta falta de ar quando anda rápido no plano ou quando sobe ladeira suave.
2. ☐ Anda mais devagar do que pessoas da mesma idade em função da falta de ar ou tem que parar para respirar quando caminha no plano, no próprio ritmo.
3. ☐ Tem que parar para respirar após caminhar cerca de 100 metros ou poucos minutos no plano.

4. ☐ A falta de ar impede que saia de sua casa ou apresenta falta de ar quanto troca de roupa.

Histórico de quedas

Número de quedas nos últimos 12 meses: ____

Houve ferimento em qualquer uma dessas quedas:

- ☐ Nenhum
- ☐ Leve (sem atendimento médico, ex: contusão, corte ou edema)
- ☐ Moderada (com atendimento médico, ex: corte mais sério ou entorse)
- ☐ Severa (hospitalização, ex: fratura, lesão cerebral)

Medicamentos

Listar ou anexar:

Número:

Tipo:

Comorbidades

Índice de Comorbidade Funcional

- ☐ Artrite (AR ou OA)
- ☐ Osteoporose
- ☐ Asma
- ☐ Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
- ☐ Angina
- ☐ Insuficiência Cardíaca Congestiva
- ☐ Infarto Agudo do Miocárdio
- ☐ Doença Neurológica (por exemplos, esclerose múltipla ou parkinson)
- ☐ AVC ou AIT
- ☐ Doença vascular periférica
- ☐ Diabetes mellitus tipo 2 ou tipo 1
- ☐ Doença do trato gastrointestinal superior (por exemplo, úlcera, hérnia, refluxo)
- ☐ Depressão
- ☐ Ansiedade ou Síndrome do Pânico
- ☐ Déficits visuais (por exemplo,

Outras Comorbidades

- ☐ Doença de Parkinson ☐ Demência
- ☐ Neuropatia periférica
- ☐ Outras condições neurológicas
- ☐ Amputação de membro inferior
- ☐ Déficit vestibular
- ☐ Outras tonturas
- ☐ Dor nas costas
- ☐ Prótese de Membro inferior

Adicional

- ☐ Outro (que possa ter impacto sobre a função e que seja relevante ao estudo, por exemplo, tratamento ativo para o câncer)

catarata, glaucoma, degeneração macular) ☐ Déficits auditivos (dificuldade de ouvir, mesmo com aparelhos auditivos) ☐ Doença Degenerativa dos discos (por exemplo, estenose do canal medular, dor lombar severa) ☐ Obesidade e/ou IMC > 30	
--	--

AR = Artrite Reumatóide, OA = Osteoartrite; AVC = Acidente Vascular Cerebral;
AIT = Acidente Isquêmico Transitório; IMC = Índice de Massa Corpórea

Força Muscular (deve ser realizado após as avaliações de equilíbrio)		
Os testes devem ser realizados na perna dominante: “O participante chutaria a bola com”.	Extensores de joelhos	1 ^a _____kg 2 ^a _____kg 3 ^a _____kg
	Dorsiflexores de tornozelo	1 ^a _____kg 2 ^a _____kg 3 ^a _____Kg
	Plantiflexores De tornozelo	1 ^a _____kg 2 ^a _____kg 3 ^a _____kg

ANEXO 4

Índice de Comorbidade Funcional

- ☐ Artrite (AR ou OA)
- ☐ Osteoporose
- ☐ Asma
- ☐ Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
- ☐ Angina
- ☐ Insuficiência Cardíaca Congestiva
- ☐ Infarto Agudo do Miocárdio
- ☐ Doença Neurológica (por exemplos, esclerose múltipla ou parkinson)
- ☐ AVC ou AIT
- ☐ Doença vascular periférica
- ☐ Diabetes mellitus tipo 2 ou tipo 1
- ☐ Doença do trato gastrointestinal superior (por exemplo, úlcera, hérnia, refluxo)
- ☐ Depressão
- ☐ Ansiedade ou Síndrome do Pânico
- ☐ Déficits visuais (por exemplo, catarata, glaucoma, degeneração macular)
- ☐ Déficits auditivos (dificuldade de ouvir, mesmo com aparelhos auditivos)
- ☐ Doença Degenerativa dos discos (por exemplo, estenose do canal medular, dor lombar severa)
- ☐ Obesidade e/ou IMC > 30

AR = Artrite Reumatóide, OA = Osteoartrite; AVC = Acidente Vascular Cerebral;

AIT = Acidente Isquêmico Transitório; IMC = Índice de Massa Corpórea

ANEXO 5

MINI-BESTest Avaliação do Equilíbrio – Teste dos Sistemas

Os indivíduos devem ser testados com sapatos sem salto ou sem sapatos nem meias.
Se o indivíduo precisar de um dispositivo de auxílio para um item, pontue aquele item em uma categoria mais baixa.
Se o indivíduo precisar de assistência física para completar um item, pontue na categoria mais baixa (0) para aquele item.

1. SENTADO PARA DE PÉ

- (2) Normal: Passa para de pé sem a ajuda das mãos e se estabiliza independentemente
- (1) Moderado: Passa para de pé na primeira tentativa COM o uso das mãos
- (0) Grave: Impossível levantar de uma cadeira sem assistência – OU – várias tentativas com uso das mãos

2. FICAR NA PONTA DOS PÉS

- (2) Normal: Estável por 3 segundos com altura máxima
- (1) Moderado: Calcanhares levantados, mas não na amplitude máxima (menor que quando segurando com as mãos) OU instabilidade notável por 3s
- (0) Grave: $\leq 3s$

3. DE PÉ EM UMA PERNA

Esquerdo

Tempo (em segundos) Tentativa 1: _____

Tentativa 2: _____

- (2) Normal: 20s
- (1) Moderado: $<20s$
- (0) Grave: Incapaz

Direito

Tempo (em segundos) Tentativa 1: _____

Tentativa 2: _____

- (2) Normal: 20s
- (1) Moderado: $<20s$
- (0) Grave: Incapaz

4. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA FRENTE

- (2) Normal: Recupera independentemente com passo único e amplo (segundo passo para realinhamento é permitido)
- (1) Moderado: Mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio
- (0) Nenhum passo, OU cairia se não fosse pego, OU cai espontaneamente

5. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA TRÁS

- (2) Normal: Recupera independentemente com passo único e amplo
- (1) Moderado: Mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio
- (0) Grave: Nenhum passo, OU cairia se não fosse pego, OU cai espontaneamente

6. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO - LATERAL

Direito

- (2) Normal: Recupera independentemente com um passo (cruzado ou lateral permitido)
- (1) Moderado: Muitos passos para recuperar o equilíbrio
- (0) Grave: Cai, ou não consegue dar passo

Esquerdo

- (2) Normal: Recupera independentemente com um passo (cruzado ou lateral permitido)
- (1) Moderado: Muitos passos para recuperar o equilíbrio
- (0) Grave: Cai, ou não consegue dar passo

7. OLHOS ABERTOS, SUPERFÍCIE FIRME (PÉS JUNTOS) (*Tempo em segundos:* _____)

- (2) Normal: 30s

(1) Moderado: < 30 s

(0) Grave: Incapaz 2

8. OLHOS FECHADOS, SUPERFÍCIE DE ESPUMA (PÉS JUNTOS) (*Tempo em segundos: _____*)

(2) Normal: 30s

(1) Moderado: < 30 s

(0) Grave: Incapaz

9. INCLINAÇÃO – OLHOS FECHADOS (*Tempo em segundos: _____*)

(2) Normal: Fica de pé independentemente 30 s e alinha com a gravidade

(1) Moderado: Fica de pé independentemente < 30s OU alinha com a superfície

(0) Grave: Incapaz de ficar de pé > 10s OU não tenta ficar de pé independentemente

10. MUDANÇA NA VELOCIDADE DA MARCHA

(2) Normal: Muda a velocidade da marcha significativamente sem desequilíbrio

(1) Moderado: Incapaz de mudar velocidade da marcha ou desequilíbrio

(0) Grave: Incapaz de atingir mudança significativa da velocidade E sinais de desequilíbrio

11. ANDAR COM VIRADAS DE CABEÇA – HORIZONTAL

(2) Normal: realiza viradas de cabeça sem mudança na velocidade da marcha e bom equilíbrio

(1) Moderado: realiza viradas de cabeça com redução da velocidade da marcha

(0) Grave: realiza viradas de cabeça com desequilíbrio

12. ANDAR E GIRAR SOBRE O EIXO

(2) Normal: Gira com pés próximos, RÁPIDO (≤ 3 passos) com bom equilíbrio

(1) Moderado: Gira com pés próximos, DEVAGAR (≥ 4 passos) com bom equilíbrio

(0) Grave: Não consegue girar com pés próximos em qualquer velocidade sem desequilíbrio

13. PASSAR SOBRE OBSTÁCULOS

(2) Normal: capaz de passar sobre as caixas com mudança mínima na velocidade e com bom equilíbrio

(1) Moderado: passa sobre as caixas, porém as toca ou demonstra cautela com redução da velocidade da marcha.

(0) Grave: não consegue passar sobre as caixas OU hesita OU contorna

14. “GET UP & GO” CRONOMETRADO (ITUG) COM DUPLA TAREFA (*TUG: _____s; TUG dupla tarefa _____s*)

(2) Normal: Nenhuma mudança notável entre sentado e de pé na contagem regressiva e nenhuma mudança na velocidade da marcha no TUG

(1) Moderado: A tarefa dupla afeta a contagem OU a marcha

(0) Grave: Para de contar enquanto anda OU para de andar enquanto conta.

ANEXO 6

ÍNDICE DE QUALIDADE DO SONO DE PITTSBURGH

As questões seguintes referem-se após seus hábitos de sono apenas durante o último mês. Suas respostas devem demonstrar, de forma mais precisa possível, o que aconteceu na maioria dos dias e noites apenas do último mês. Por favor, responda a todas as questões.

1. Durante o último mês, a que horas o(a) Sr.(a) foi habitualmente dormir?	<input type="text"/> hh:mm
2. Durante o último mês, quanto tempo o(a) Sr.(a) geralmente demorou para pegar no sono?	<input type="text"/> hh:mm
3. Durante o último mês, a que horas o(a) Sr.(a) geralmente saiu da cama pela manhã?	<input type="text"/> hh:mm
4. Durante o último mês, quantas horas de sono por noite o(a) Sr.(a) geralmente teve? (Pode ser diferente do número de horas que o(a) Sr.(a) ficou na cama.)	<input type="text"/> hh:mm
5. Durante o último mês, quantas vezes o(a) Sr.(a) teve problemas para dormir devido a:	
	Nenhuma vez < 1x/sem. 1-2x/sem. ≥ 3x/sem.
A- Demorar mais de 30 minutos para pegar no sono	() () () ()
B- Acordar no meio da noite ou muito cedo pela manhã	() () () ()
C- Levantar-se para ir ao banheiro	() () () ()
D- Ter desconforto para respirar	() () () ()
E- Tossir ou roncar muito alto	() () () ()
F- Sentir muito frio	() () () ()
G- Sentir muito calor	() () () ()
H- Ter sonhos ruins ou pesadelos	() () () ()
I- Sentir dores	() () () ()
J- Outra razão. Por favor, descreva:	
<hr/>	
Quantas vezes durante o último mês, o(a) Sr.(a) teve problemas para dormir por esta razão?	
() Nenhuma vez () < 1x/sem. () 1-2x/sem. () ≥ 3x/sem.	
6. Durante o último mês, como o(a) Sr.(a) classifica a qualidade do seu sono?	
() Muito boa () Boa () Ruim () Muito ruim	
7. Durante o último mês o(a) Sr.(a) tomou algum remédio para dormir, receitado pelo médico, indicado por outra pessoa como farmacêutico, amigo, familiar ou por sua conta?	
() Nenhuma vez () < 1x/sem. () 1-2x/sem. () ≥ 3x/sem.	
8. Durante o último mês, quantas vezes o(a) Sr.(a) teve problemas para ficar acordado enquanto dirigia, fazia suas refeições ou participava de qualquer outra atividade social?	
() Nenhuma vez () < 1x/sem. () 1-2x/sem. () ≥ 3x/sem.	
9. Durante o último mês, o(a) Sr.(a) sentiu algum problema relacionado a indisposição ou falta de entusiasmo para realizar suas atividades diárias?	
() Nenhum problema () Apenas um pequeno problema () Um problema moderado () Um grande problema	

10. Durante o último mês o(a) Sr.(a) dividiu com alguém o mesmo quarto ou a mesma cama?				
() Mora só () Divide o mesmo quarto mas não a mesma cama () Divide a mesma cama				
Se você divide com alguém o mesmo quarto ou cama, pergunte a ele(a) com qual frequência durante o último mês você tem tido:				
	Nenhuma vez	< 1x/sem.	1-2x/sem.	≥ 3x/sem.
A- Ronco alto	()	()	()	()
B- Longas pausas na respiração enquanto estava dormindo	()	()	()	()
C- Movimento de chutar ou sacudir as pernas enquanto estava dormindo	()	()	()	()
D- Episódios de desorientação ou confusão durante a noite	()	()	()	()
E- Outras inquietações. Por favor, descreva: _____				

ANEXO 7Escala de Dispneia *Modified Medical Research Council* (MMRC)

Classificação	Característica
Grau 0	Não apresenta falta de ar, a não ser quando realiza exercício extenuante.
Grau 1	Apresenta falta de ar quando anda rápido no plano ou quando sobe ladeira suave.
Grau 2	Anda mais devagar do que pessoas da mesma idade em função da falta de ar ou tem que parar para respirar quando caminha no plano, no próprio ritmo.
Grau 3	Tem que parar para respirar após caminhar cerca de 100 metros ou poucos minutos no plano.
Grau 4	A falta de ar impede que saia de sua casa ou apresenta falta de ar quando troca de roupa.

ANEXO 8

ESCALA DE EFICÁCIA DE QUEDAS – INTERNACIONAL (FES-I) Agora nós gostaríamos de fazer algumas perguntas sobre qual é sua preocupação a respeito da possibilidade de cair. Por favor, responda imaginando como você normalmente faz a atividade. Se você atualmente não faz a atividade (por ex. alguém vai às compras para você), responda de maneira a mostrar como você se sentiria em relação a quedas se você tivesse que fazer essa atividade. Para cada uma das seguintes atividades, por favor marque o quadradinho que mais se aproxima com sua opinião sobre o quão preocupado você fica com a possibilidade de cair, se você fizesse esta atividade.

		Nem um pouco preocupado	Um pouco preocupado	Muito preocupado	Extremamente preocupado
1	Limpando a casa (ex: passar pano, aspirar ou tirar a poeira).	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
2	Vestindo ou tirando a roupa.	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
3	Preparando refeições simples.	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
4	Tomando banho.	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
5	Indo às compras.	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
6	Sentando ou levantando de uma cadeira.	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
7	Subindo ou descendo escadas.	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
8	Caminhando pela vizinhança.	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
9	Pegando algo acima de sua cabeça ou do chão.	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
10	Ir atender ao telefone antes que pare de tocar.	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
11	Andando sobre superfície	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐

	escorregadia (ex: chão molhado).				
12	Visitando um amigo ou parente.	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
13	Andando em lugares cheios de gente.	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
14	Caminhando sobre superfície irregular (com pedras, esburacada).	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
15	Subindo ou descendo uma ladeira.	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐
16	Indo a uma atividade social (ex: ato religioso, reunião de família ou encontro no clube).	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐

ANEXO 9

CALENDÁRIO DE QUEDAS

Seu nome:

No mês passado, você teve alguma queda incluindo um escorregão ou tropeção em que você perdeu o equilíbrio e caiu no chão ou em nível inferior?

Por favor, indique no calendário quando você teve queda neste mês.

Fevereiro 2016						
Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29						

☐ Eu não tive quedas neste mês.

Se você **tiver** uma queda, por favor, responda as **questões** na parte de trás da folha deste mês.

Se você teve mais de uma queda neste mês, por favor, responda as questões para cada queda.

Muito obrigada pelo seu tempo completando este questionário. Nós estamos muito agradecidos pela sua cooperação e ficaremos muito gratos pela devolução deste formulário em sua próxima consulta.

Código do participante no estudo: _____

Queda nº: 1	
Data da queda:	Horário da queda: ☐ manhã (ao sair da cama até 12:00h) ☐ tarde (12:00h até ir dormir) ☐ durante a noite
Local da queda:	☐ Dentro de casa ☐ Comunidade ☐ Fora de casa (por exemplo, no quintal, na garagem)
O que você estava fazendo quando você caiu?	☐ Indo para cama ☐ Levantando-se ☐ Andando ☐ Saindo da cama ☐ Sentando-se ☐ Virando ☐ Subindo/descendo escadas ☐ Em pé enquanto fazia atividade com os braços ☐ Andando enquanto fazia atividade com os braços ☐ Outro (por favor, especifique): _____

Queda nº: 2	
Data da queda:	Horário da queda: ☐ manhã (ao sair da cama até 12:00h) ☐ tarde (12:00h até ir dormir) ☐ durante a noite
Local da queda:	☐ Dentro de casa ☐ Comunidade ☐ Fora de casa (por exemplo, no quintal, na garagem)
O que você estava fazendo quando você caiu?	☐ Indo para cama ☐ Levantando-se ☐ Andando ☐ Saindo da cama ☐ Sentando-se ☐ Virando ☐ Subindo/descendo escadas ☐ Em pé enquanto fazia atividade com os braços ☐ Andando enquanto fazia atividade com os braços ☐ Outro (por favor, especifique): _____

Histórico da queda:

Queda 1 e queda 2
Onde você estava quando você caiu?
O que você estava fazendo antes da queda?
Você sentiu tontura? Sim / Não Você sentiu um escurecimento da vista? Sim / Não
Você estava se sentindo mais cansado ou com fraqueza nos joelhos antes da queda?
O que você acha que pode ter causado sua queda?
Você tropeçou ou escorregou em alguma coisa? Se sim, descreva.
Você ficou com alguma lesão por causa da queda? (por exemplo, dor, hematoma ou corte)
Você recebeu algum apoio de assistência à saúde para tratar a lesão? Se sim, qual?
Você está se sentindo mais preocupado em cair após esta queda?