



CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA - UNISUAM

Programa de Pós-graduação *Strictu Sensu* em Ciências da Reabilitação

**EQUAÇÃO PREDITORA DO TESTE DE CAMINHADA DE SEIS
MINUTOS CONSIDERANDO A DISTÂNCIA DO PERCURSO E O
NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA**

VÍVIAN PINTO DE ALMEIDA

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo José Lopes

Rio de Janeiro - RJ

Dezembro, 2018

Vívian Pinto de Almeida

**Equação preditora do teste de caminhada de seis minutos considerando a
distância do percurso e o nível de atividade física**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* Em Ciências da Reabilitação da UNISUAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências da Reabilitação. Linha de pesquisa: Avaliação Funcional em Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo José Lopes

EXEMPLO DE FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas e Informação – SBI – UNISUAM

Almeida, Vívian Pinto de.

Equação preditora do teste de caminhada de seis minutos considerando a distância do percurso e o nível de atividade física, 134p – 2018

Orientador: Agnaldo José Lopes

Tese (Doutorado em Ciências da Reabilitação). Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro, 2018.

Autorizo apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

EQUAÇÃO PREDITORA DO TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS CONSIDERANDO A DISTÂNCIA DO PERCURSO E O NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA

Vívian Pinto de Almeida

Orientação: Prof. Dr. Agnaldo José Lopes.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* Em Ciências da Reabilitação da UNISUAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências da Reabilitação. Linha de pesquisa: Avaliação Funcional em Reabilitação.

Data da aprovação: 05 de Dezembro de 2018

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: _____

Prof. Dr. AGNALDO JOSÉ LOPES

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA (UNISUAM)

Membro: _____

Prof. Dr. FERNANDO SILVA GUIMARÃES

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA (UNISUAM)

Membro: _____

Prof. Dr. ARTHUR DE SÁ FERREIRA

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA (UNISUAM)

Membro: _____

Prof. Dr. MAURICIO DE SANT ANNA JÚNIOR

INSTITUTO FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (IFRJ)

Membro: _____

Prof. Dr. THIAGO THOMAZ MAFORT

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UERJ)

DEDICATÓRIA

A DEUS, Pai de infinita bondade, que me mostra diariamente, o quanto posso ser capaz para correr atrás dos meus sonhos nessa Vida.

Aos meus pais, José Domingues e Elza Maria, que me aceitaram como filha, me deram todo amor e carinho, ensinando-me muito do que sei hoje, e confiando nas minhas escolhas.

Ao meu querido irmão Victor, meu primeiro amigo, por quem tenho grande admiração.

Ao meu amado marido Sergio, que entendeu meu momento, incentivou todas as minhas conquistas e estará ao meu lado em tantas outras que vierem.

Ao meu filho querido José Eduardo, pois me ensinou o que é amar de verdade. Por você, irei até o fim do mundo!

“Não sabendo que era impossível, ele foi lá e fez.”

Jean Cocteau

AGRADECIMENTOS

Ao querido orientador, Prof. Dr. Agnaldo José Lopes. Obrigada pelo carinho, paciência, brilhantismo e amizade. Saiba que tudo que sou hoje, academicamente falando, eu devo a você!

Aos professores Fernando Silva Guimarães e Arthur de Sá Ferreira, pelos ensinamentos que foram providenciais para que esse estudo fosse realizado com sucesso.

Aos doutores Maurício Sant Anna Júnior e Thiago Thomaz Mafort, por aceitarem participar desse processo e pelas considerações;

Aos 255 participantes da pesquisa, incluindo meus amigos Gafrénianos médicos, enfermeiros, fisioterapeutas, administrativos, alunos e residentes, por terem literalmente “suado a camisa” para me ajudar. A “menina da cordinha” será eternamente grata!

RESUMO

ALMEIDA, VP. *Equação preditora do teste de caminhada de seis minutos considerando a distância do percurso e o nível de atividade física*. 2018. 134f. Centro Universitário Augusto Motta. Rio de Janeiro, 2018.

Introdução: O teste de caminhada dos seis minutos (TC6M) é utilizado mundialmente para avaliação da capacidade funcional. Além de ser simples e exigir uma tecnologia mínima, o TC6M mostrou-se reprodutível e bem tolerado desde o seu primeiro uso. Equações preditivas levam em consideração dados antropométricos e clínicos, específicos de cada país. No entanto, a padronização internacional (American Thoracic Society) ainda preconiza a realização do teste em corredores de 30 metros de comprimento, visto que em corredores menores, as distâncias podem ser subestimadas. Além disso, pouco se fala sobre a importância do impacto de fatores não antropométricos sobre a capacidade funcional como, por exemplo, o nível de atividade física, principalmente em adultos jovens saudáveis. Visto isso, questiona-se a possibilidade de incluir a distância do corredor e o nível de atividade física na equação preditiva do TC6M. **Objetivos:** Elaborar uma equação preditora do TC6M, levando em consideração o comprimento do corredor e o nível de atividade física como variável do modelo. **Métodos:** Foram incluídos indivíduos saudáveis, que realizaram três TC6M cada, nas distâncias de 10, 20 e 30 metros, de acordo com ATS. Todos responderam o Questionário Internacional de atividade Física (IPAQ) e realizaram uma espirometria, a fim de avaliar nível de atividade física e função pulmonar. De acordo com o IPAQ, os sujeitos foram categorizados como sedentários, irregularmente ativos ou ativos. **Resultados:** Dois artigos foram escritos a partir dos dados dessa pesquisa. O primeiro trata-se de um estudo transversal que incluiu 190 jovens adultos saudáveis, submetidos ao TC6M, avaliando o grau de dispneia pela escala de Borg. A distância no TC6M (DTC6M) foi correlacionada positivamente com os parâmetros de função pulmonar ($p \leq 0,002$ para todos eles). Houve correlação marginalmente significativa entre a DTC6M e a diferença entre os escores avaliados antes e depois do teste pela escala de Borg. Houve uma tendência de diferenças significativas na DTC6M de acordo com as categorias do IPAQ. Além disso, a capacidade vital forçada (CVF) foi o único parâmetro de função pulmonar com diferenças significativas entre as categorias do IPAQ ($p = 0,02$). No segundo artigo, avaliou-se 215 indivíduos, com média de idade de 34,1 anos e índice de massa corporal (IMC) de 24 kg/m^2 . Foram observadas médias das distâncias nos TC6M de 10, 20 e 30 m, 590, 652 e 677 metros, respectivamente. As variáveis sexo, idade, IMC, IPAQ, Δ frequência cardíaca, Δ Borg, além da distância do percurso foram incluídas no modelo de predição da equação ($p < 0,001$). **Conclusões:** É possível realizar o TC6M em corredores menores que 30 metros, utilizando o comprimento do corredor e a classificação do IPAQ como variáveis participantes da predição dessa distância. Em adultos jovens saudáveis, a maior função pulmonar indica uma maior DTC6M. Nesses indivíduos, o nível de atividade física, baseado nas categorias do IPAQ, afeta a função pulmonar, principalmente a CVF. No entanto, a categoria IPAQ e o grau de dispneia estão pouco relacionados ao TC6M desses indivíduos.

PALAVRAS-CHAVE: teste de caminhada; valores de referência; jovens adultos saudáveis; exercício.

ABSTRACT

ALMEIDA, VP. *Predictive equation of the six-minute walk test considering the distance of the course and the level of physical activity*. 2018. 134f. Centro Universitário Augusto Motta. Rio de Janeiro, 2018.

Introduction: The six minute walk test (6MWT) is used worldwide for functional capacity assessment. In addition to being simple and requiring minimal technology, 6MWT has proven reproducible and well tolerated since its first use. Predictive equations consider anthropometric and clinical data, specific to each country. However, the international standardization (American Thoracic Society) still advocates performing the test in corridors of 30 meters in length, since in smaller corridors, the distances can be underestimated. In addition, little is said about the importance of the impact of non-anthropometric factors on functional capacity, for example, the level of physical activity, especially in healthy young adults. Given this, we question the possibility of including the distance of the corridor and the level of physical activity in the predictive equation of the 6MWT. **Objectives:** To elaborate a predictive equation of the 6MWT, considering the length of the corridor and the level of physical activity as a variable of the predictive model. **Methods:** We included healthy individuals, who performed three 6MWT each, at distances of 10, 20 and 30 meters, according to ATS. All of them responded to International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) and performed spirometry to assess their level of physical activity and lung function. According to the IPAQ, the subjects were categorized as sedentary, irregularly active or active. **Results:** Two articles were written from the data of this research. In the first, it was a cross-sectional study involving 190 healthy young adults submitted to 6MWT, assessing the degree of dyspnea on the Borg scale. The distance in the 6MWT (6MWD) was positively correlated with pulmonary function parameters ($p \leq 0.002$ for all parameters). There was a marginally significant correlation between the 6MWD and the difference between the scores evaluated before and after the test by the Borg scale. There was a trend for significant differences in the 6MWD according to the IPAQ categories. In addition, forced vital capacity (FVC) was the only parameter of pulmonary function with significant differences between IPAQ categories ($p = 0.02$). In the second study, 215 individuals were evaluated, with mean 34.1 years and body mass index (BMI) of 24 kg/m^2 . The mean distances of 10, 20 and 30 m in 6MWT were 590, 652 and 677 meters, respectively, were observed. The variables gender, age, BMI, IPAQ, Δ heart rate, Δ Borg, and course distance were included in the prediction model of the equation ($p < 0.001$). **Conclusions:** It is possible to perform 6MWT in corridors smaller than 30 meters, using corridor length and IPAQ classification as variables that predict this distance. In healthy young adults, increased lung function indicates a higher 6MWT. In these subjects, the level of physical activity based on IPAQ categories affects lung function, mainly FVC. However, the IPAQ category and degree of dyspnea are poorly related to the 6MWT of these subjects.

KEYWORDS: walking test; reference values; young healthy adults; exercise.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AFVD	Atividade física de vida diária
ATS	American Thoracic Society
AVD	Atividade de vida diária
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CVF	Capacidade vital funcional
DMCI	Diferença mínima clinicamente importante
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
DTC6M	Distância percorrida no teste de caminhada dos seis minutos
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
IC	Intervalo de confiança
IMC	Índice de massa corporal
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade Física
MET	Equivalente metabólico
OMS	Organização Mundial de Saúde
PA	Pressão arterial
QV	Qualidade de vida
r^2	Coeficiente de determinação
SpO ₂	Saturação periférica de O ₂
TC6M	Teste de caminhada de seis minutos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UNISUAM	Centro Universitário Augusto Motta
VEF ₁	Volume expiratório forçado no 1º segundo
VO ₂ máx	Consumo máximo de oxigênio

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1. Equações estrangeiras já publicadas.

QUADRO 2. Equações brasileiras já publicadas.

Figura 1. Equipamentos utilizados para realização do teste da caminhada dos seis minutos

Figura 2. Espaço para realização do teste da caminhada dos seis minutos.

ARTIGO 1

Table 1. The Modified Borg dyspnoea scale and Borg Rating of Perceived exertion.

Table 2. Participant demographics and anthropometric data, physical activity level, parameters of pulmonary function and variables of the six-minute walk test ($n = 190$).

Table 3. Pearson's correlation coefficients for demographic and anthropometric data, pulmonary function and functional capacity.

Table 4. Comparison of clinical data, pulmonary function and six-minute walking distance according to the International Physical Activity Questionnaire.

Figure 1. Illustration of the six-minute walk test performed by a healthy young adult.

Figure 2. Flow chart showing stages of the recruitment process.

Figure 3. Relationship of the six-minute walking distance (6MWD) with forced expiratory volume in one second (FEV_1) ($r = 0.42$, $P = 0.001$).

Figure 4. Values (mean $\pm$ SD) for forced vital capacity (FVC) according to the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) categories. A significant difference ($P = 0.02$) was found between the three groups.

ARTIGO 2

Table 1. General Characteristics, Pulmonary Function Parameters, and Six-Minute Walk Test Results

Table 2. Pearson's Correlation Coefficients between the Clinical Data and the Six-Minute Walk Test Results

Table 3. Linear Regression Models According to the Variables that Correlated with the 6-min Walking Distance

Figure 1. Flow chart showing the stages of the recruitment process.

Figure 2. Changes in 6-min walking distance (6MWD) according to corridor lengths of 10, 20 and 30 meters.

Figure 3. Regression plot of the 6-min walking distance (6MWD) model (measured vs. predicted).

Figure 4. Limits of agreement plots of the averaged values and the differences (measured - predicted values) of the 6-min walking distance (6MWD) model.

ÍNDICE GERAL

FOLHA DE ROSTO	ii
FICHA CATALOGRÁFICA	iii
FOLHA DE APROVAÇÃO	iv
DEDICATÓRIA	v
EPÍGRAFE	vi
AGRADECIMENTOS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	x
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xi
1. REVISÃO DE LITERATURA	
1.1. Exercício e capacidade funcional	15
1.2. Os testes de campo para capacidade funcional	17
1.3. Teste de caminhada dos seis minutos	19
1.4. Variáveis que influenciam o teste de caminhada de seis minutos	22
1.5. Equações de predição estrangeiras	25
1.6. Equações de predição brasileiras	30
1.7. Importância da distância do percurso	32
2. JUSTIFICATIVA	36
3. OBJETIVOS	37
3.1. Primário	37
3.2. Secundários	37
4. MATERIAIS E MÉTODOS	38
4.1. Local de estudo	38
4.2. Material de estudo	38
4.3. Caracterização da amostra	39

4.3.1. Sujeitos	39
4.3.2. Critérios de elegibilidade	40
4.3.3. Critérios de exclusão	40
4.4. Exame físico e medidas antropométricas	40
4.4.1. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)	40
4.4.2. Espirometria	41
4.4.3. Teste de caminhada dos seis minutos (TC6M)	42
5. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	43
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
6.1. Artigo aceito na revista <i>Journal of Bodywork and Movement Therapies</i>	44
6.2. Artigo submetido à revista <i>Respiratory Care</i>	72
7. CONCLUSÕES	106
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
9. REFERÊNCIAS	108
APÊNDICES	
1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	121
2. Ficha Clínica	124
3. Trabalhos apresentados em congressos	125
ANEXOS	
1. Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ Versão Curta	127
2. Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa	130
3. Carta de submissão do artigo à revista <i>Respiratory Care</i>	134

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Exercício e capacidade funcional

O exercício físico constitui-se no mais potente desafio fisiológico à homeostase sistêmica e, por conseguinte, à extensa cadeia anátomo-funcional que une o meio ambiente ao metabolismo celular (WEISMAN & ZEBALLOS, 2001). É um processo que depende da transformação de energia bioquímica dos alimentos ingeridos e dos gases respirados (energia potencial) em energia mecânica do trabalho muscular (energia cinética). Assim, uma efetiva interação de numerosos mecanismos fisiológicos é necessária para sustentar o desempenho do exercício e manter as trocas gasosas entre o meio ambiente e a célula. Estes mecanismos interligam as trocas gasosas no nível muscular e pulmonar, enquanto o sistema circulatório serve como via de transporte destes gases (WASSERMAN et al., 2005).

A existência de vida animal é caracterizada pelo movimento físico, que depende essencialmente do fornecimento contínuo de energia. Para tal, o organismo recorre, de forma dinâmica e heterogênea, às diversas vias metabólicas com considerável sobreposição. Muitas evidências apontam para uma certa sequência temporal em busca de energia, onde os ‘complexos fosfato de alta energia’ são a primeira via bioenergética predominante, seguida pela glicólise anaeróbia e, finalmente, pela produção aeróbia de energia. Entretanto, o trabalho biológico também depende – além dessa hierarquia cronológica – da adequação qualitativa e quantitativa em que tais fontes são sucessivamente acessadas (WASSERMAN et al., 2005; DI THOMMAZO-LUPORINI et al., 2015).

Conceitua-se “capacidade funcional” como a habilidade do indivíduo em executar tarefas físicas, integrar-se socialmente e preservar suas atividades mentais.

Nesse conceito, inclui-se também a potencialidade para desempenhar as atividades de vida diária (AVD), o que proporciona uma maior qualidade de vida (QV) (AVILA-FUNES et al., 2006). Um indivíduo idoso, por exemplo, portador de doenças crônicas, pode ser considerado saudável se comparado a um idoso com as mesmas doenças, porém sem controle destas, com sequelas e incapacidades associadas. Sendo assim, o que importa é a habilidade para desempenhar as atividades e não as doenças propriamente ditas. De acordo com Rosa et al. (2003), a manutenção da capacidade funcional pode ter implicações sobre a qualidade de vida dos idosos, por estar relacionada com a capacidade do indivíduo em se manter na comunidade, desfrutando a sua independência e continuando as suas relações e atividades sociais até as idades mais avançadas.

O desempenho, segundo definição da Organização Mundial de Saúde (OMS), é “o que o indivíduo faz em seu ambiente cotidiano” (WHO 2002). Já a incapacidade funcional pode ser definida de várias formas, desde um indicador de disfunção física, cognitiva e emocional, à dificuldade ou inabilidade de realizar certas atividades. Há ainda a definição que incorpora a impossibilidade no desempenho de AVD ou auto-cuidado (BRUCE, 2001; ROSA, 2003; YANG & GEORGE 2005; BAPTISTA, 2003; CAMARGO, 2004).

A capacidade funcional durante o exercício vem sendo descrita nos últimos anos e está relacionada ao nível de atividade física de vida diária (AFVD) (STEELE, 2003). O conceito de AFVD refere-se à quantificação de atividade física relacionada ao dia-a-dia, sendo atividade física definida como qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos, que resulta em gasto energético maior que os níveis de repouso (CASPERSEN, 1985). Avaliar essa capacidade é de suma

importância, tanto em pesquisa quanto na prática clínica. As medidas de capacidade de exercício são úteis não apenas para se avaliar pacientes, mas servem de base para prescrição de exercícios (SANT'ANNA et al., 2014).

1.2. Os testes de campo para capacidade funcional

Os testes de campo são clinicamente atraentes por combinarem representatividade funcional (desejável para o paciente) com facilidade operacional (vantajosa para o examinador). O fundamento desses testes é tentar mensurar a capacidade funcional, relacionando seus resultados com as atividades que sejam efetivamente realizadas na vida cotidiana. Eles possuem valor clínico inegável para obtenção de um indicador da capacidade funcional – que pode se relacionar bem com as AVD – e para avaliação do impacto de medidas terapêuticas e reabilitadoras. Nos testes de marcha, o princípio básico é simples: trata-se de medir a maior distância que o indivíduo é capaz de percorrer num intervalo de tempo fixo, ou seja, atingindo uma maior velocidade (WEISMAN & ZEBALLOS, 2001; ARENA et al., 2015).

Testes de caminhada são comumente utilizados na prática clínica desde a década de 1960. Por ser um instrumento de fácil aplicabilidade para avaliação do condicionamento físico, algumas propostas surgiram com os anos, sempre considerando duas variáveis: tempo e distância. Um dos testes de campo mais conhecidos e reproduzidos é o teste de Cooper (1968). Neste estudo clássico, 115 oficiais da força aérea americana, com idade entre 17 e 52 anos, foram avaliados basicamente em dois momentos: percorrendo a maior distância possível durante 12 minutos numa pista e durante um teste em esteira para determinação do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$). Foi encontrada correlação positiva entre as duas

variáveis, ou seja, quem corria maiores distâncias em pista durante 12 min apresentava maiores valores de $VO_{2máx}$ utilizando-se da espirometria em laboratório.

As primeiras tentativas de se avaliar capacidade funcional através de testes submáximos surgiram com Balke, em 1963, que publicou um artigo que praticamente fundamentou o teste de Cooper cinco anos depois. Ele afirmou que testes de campo devem englobar um exercício físico familiar ao praticante, avaliando dados mensuráveis que possam gerar informações significantes. Portanto, sabe-se que a maior especificidade de um teste (como os de campo), remete a uma grande validade externa. Porém, a quantificação da variável a ser avaliada nem sempre é representativa, ou seja, a validade interna pode não ser relevante. Em 1968, Cooper et al. desenvolveram um teste, com duração de 12 minutos, para predizer o $VO_{2máx}$ atingido durante avaliação em pessoas saudáveis. Cooper et al. identificaram que a caminhada, e não somente a corrida, poderia ser empregada em pessoas sedentárias como um instrumento para avaliar o condicionamento físico.

Em 1976, McGavin et al. definiram o teste de caminhada de 12 minutos como ferramenta de avaliação da capacidade funcional em portadores de doenças pulmonares crônicas. Foram avaliados, nesse trabalho, 35 bronquíticos crônicos, com idade entre 40 e 70 anos. Os autores relataram, dessa forma, a experiência inicial do teste como método de avaliação de condições patológicas. Além disso, descreveram que o teste apresentou boa reprodutibilidade e correlação com o $VO_{2máx}$ avaliado por ergometria ($r = 0,52$, $p < 0,01$), sugerindo constituir um instrumento simples para avaliação de incapacidades diárias em portadores de bronquite crônica. Contudo, o teste apresentava algumas dificuldades de realização na prática clínica, as quais estavam vinculadas a sua duração, especialmente durante avaliação de pacientes

debilitados, podendo levá-los à exaustão. Por esse motivo, avaliaram-se testes de caminhada que utilizassem uma menor duração.

Butland, em 1982, correlacionou três diferentes durações de testes de caminhada: dois, seis e doze minutos. O objetivo do estudo foi verificar a associação entre os testes e tentar propor testes de menor duração que pudessem ser mais adequados para avaliação de pacientes. Os resultados apresentados demonstraram alta correlação entre a velocidade observada em seis e doze minutos. Além disso, os autores consideraram que tempos mais curtos são mais fáceis tanto para o paciente como para o investigador e são tão reproduzíveis quanto; no entanto, discriminam um pouco menos do que em distâncias maiores.

1.3. Teste de caminhada dos seis minutos

Nas últimas décadas, houve considerável avanço no conhecimento da dinâmica da integração cardiorrespiratória. O interesse crescente no teste de caminhada de seis minutos (TC6M) foi impulsionado essencialmente pela sua simplicidade e pela sua natureza não invasiva (DI THOMMAZO-LUPORINI et al., 2015). Além disso, houve uma inexorável constatação da inexistência de uma única variável de repouso – seja ela clínica, funcional ou bioquímica – que conseguisse prever, com acurácia, o quão adequado o indivíduo é capaz de efetuar uma tarefa física. Hoje, a avaliação integrada das respostas metabólicas, ventilatórias e cardiovasculares durante o TC6M possui importante papel no diagnóstico e prognóstico não só das doenças cardiopulmonares, mas também de diversas afecções sistêmicas (ALLEMAN et al., 2015; KIRKHAM et al., 2015).

O TC6M é um teste de fácil aplicabilidade e reprodutibilidade, que avalia condições globais e integra respostas dos sistemas pulmonar e cardiovascular, circulação sistêmica, circulação periférica, unidades neuromusculares e metabolismo muscular, além da capacidade funcional. É bem tolerado pelos pacientes, e se assemelha às AVD normais já que estas são realizadas em níveis submáximos de esforço semelhantes àqueles necessários para realizar o TC6M (NG et al, 2013; OLIVEIRA et al, 2018) No entanto, ele não é capaz de fornecer informações específicas de cada sistema fisiológico em particular (ATS, 2002). É mais bem tolerado pelos pacientes e mais representativo das AVD em comparação aos outros testes de caminhada, como o de 2 e 12 minutos (SOLWAYS, 2001).

Segundo as recomendações da American Thoracic Society (ATS, 2002), os TC6M devem ser realizados ao longo de um corredor reto, longo, plano, de 100 pés (aproximadamente 30 m) de comprimento, marcados a cada 3 m, sendo a delimitação do circuito indicada por cones de sinalização. Os participantes são previamente familiarizados com o procedimento e, durante o TC6M, utilizava-se frases de encorajamento a cada minuto, sendo dado um intervalo mínimo de 30 minutos de descanso entre os testes (ATS, 2002). Os participantes são orientados a interromperem o teste caso sintam manifestações clínicas que as impeçam de manter a caminhada (ZOU et al, 2017a). São medidos no início, meio e fim do teste a saturação periférica de oxigênio (SpO_2), a frequência cardíaca (FC) e é solicitado ao paciente que dê uma nota na escala de dispneia de Borg (BORG, 1998), usando uma faixa que varia de 0 (*nenhum cansaço*) a 10 (*muito, muito cansado*). Antes da aplicação da escala, o examinador explica o que os pontos significam.

O TC6M pode ser utilizado com diferentes objetivos, principalmente durante avaliação de pacientes cardiopatas e pneumopatas crônicos, avaliação do resultado de intervenções de programas de reabilitação e avaliação de capacidade funcional. Além do mais, é um preditor de morbidade e mortalidade em muitas condições clínicas (BITTNER et al., 1993; CAHALIN et al., 1996; PAPATHANASSIOU, 2016).

Algumas contra-indicações absolutas ao teste são a angina instável e o infarto agudo do miocárdio nos últimos três meses. Como contra-indicações relativas, tem-se as seguintes: FC de repouso maior que 120 bpm; pressão arterial (PA) sistólica maior que 180 mmHg; e PA diastólica maior que 100 mmHg. Além disso, antes da realização do teste, deve ser investigada a presença de arritmias graves nos últimos seis meses (ATS, 2002).

O índice de complicações relacionadas à aplicação deste teste é baixo e normalmente não há eventos graves. Contudo, alguns aspectos devem ser observados durante sua aplicação. O teste deve ser realizado em local de fácil acesso a serviços de emergência, o profissional responsável pela avaliação deve ser treinado em técnicas de ressuscitação e, em caso de necessidade, oxigênio e medicações de suporte devem estar disponíveis. O teste deve ser interrompido imediatamente caso o indivíduo apresente, durante sua realização, dor torácica, dispneia intolerável, sudorese intensa, palidez, tontura e/ou câimbras. Além disso, o teste deve ser interrompido se a FC limite ultrapassar 85% da FC máxima, isto é, $207 - (0,7 \times \text{idade})$ (ATS, 2002; GELISH, et al, 2007).

1.4. Variáveis que influenciam o teste de caminhada de seis minutos

Desde que começou a se realizar o TC6M, houve uma inexorável constatação da inexistência de uma única variável de repouso—seja ela clínica, funcional ou bioquímica—que consiga prever, com exatidão, o quão adequado o indivíduo é capaz de efetuar a tarefa física (BITTNER et al, 1993). A interpretação do TC6M é aumentada se os valores de referência são obtidos através do uso de equações que consideram as variáveis antropométricas, demográficas e/ou fisiológicas de uma população. Além de variáveis demográficas e antropométricas, é possível que várias outras influenciem a distância atingida durante o TC6M, incluindo o grau de dispneia, a variabilidade da FC e o nível de atividade física do indivíduo (BRITTO et al., 2013).

Como a taxa de esforço percebida mede a sensação física que uma pessoa experimenta durante sua atividade física, incluindo o aumento da FC, o aumento da frequência respiratória (FR) e o aumento da sudorese, espera-se que a taxa de esforço percebida aumente com a FC na medição pós-teste (NG et al., 2013). Utilizando a escala de dispneia de Borg, Casanova et al. (2011) observaram que quase 50% dos indivíduos aumentaram sua pontuação de dispneia em pelo menos 1 unidade durante o TC6M. Apesar disso, a escala de dispneia de Borg não apresentou associação independente significativa com a distância alcançada durante o teste de caminhada de seis minutos (DTC6M).

Outra variável que tem sido discutida como contribuinte para a distância alcançada durante o TC6M é a variabilidade da FC. Durante o exercício, a quantidade de sangue bombeada pelo coração aumenta para responder a demanda exigida pelos músculos esqueléticos. Uma vez que o exercício começa, o sistema nervoso simpático libera norepinefrina e epinefrina, que estimulam os receptores no coração,

fazendo com que a FC aumente (NG et al., 2013). Avaliando 158 indivíduos saudáveis da população portuguesa, Oliveira et al. (2018) observaram que o índice de massa corporal (IMC) e a variabilidade da FC influenciaram fortemente a DTC6M. Estes autores encontraram que o melhor modelo explicativo para a DTC6M obteve um poder explicativo de 38%, sendo que a distância diminuiu 1,6 m por ano e 4 m por unidade de IMC e aumentou 0,892 m por batimento cardíaco/minuto. Nessa mesma linha, Zou et al. (2017) observaram que a altura e a diferença na FC antes e após o TC6M foram os preditores mais significativos da DTC6M, e as equações de regressão explicaram aproximadamente 38% e 31% da variância da distância em mulheres e homens, respectivamente.

Entretanto, a FC tem sido criticada, pois nem sempre é uma preditora adequada para a DTC6M devido ao desempenho cardíaco submáximo, à variação das medidas padronizadas da FC e ao uso de agentes bloqueadores β -adrenérgicos ou bloqueadores dos canais de cálcio (BRITTO et al., 2014). Além do mais, uma limitação importante da utilização da FC nos modelos de regressão é o fato de aqueles participantes nos quais uma FC elevada é detectada após o TC6M podem representar, na verdade, participantes fisicamente menos aptos (ZOU et al., 2017).

A maioria dos estudos que elaboraram equações de referência para o TC6M excluíram atletas de alta competição, mas não mediram objetivamente o nível de atividade física (OLIVEIRA et al, 2018). Entretanto, tem havido um interesse cada vez maior em alguns fatores de risco, como baixa capacidade aeróbica e disfunção endotelial vascular periférica, que são fortemente associados à vida sedentária (RIES et al, 2006).

Casanova et al. (2011) observaram que o nível de atividade física autorreferida pelos indivíduos não influenciou o TC6M ("ativo" 573 ± 92 m versus "sedentário" 568 ± 88 m; $p = 0.58$). Entretanto, esses autores utilizaram uma classificação com critérios menos rigorosos proposta pelo American College of Sports Medicine (ACSM) (American College of Sports Medicine, 1990). A falta de efeito da atividade física autorreferida na DTC6M é consistente com outros estudos que também não conseguiram demonstrar essa associação (TROOSTERS et al., 1999; CAMARRI et al., 2006). Ao contrário, Zou et al. (2017), avaliando 643 chineses saudáveis com idade entre 18 e 59 anos através dos mesmos critérios da ACSM, notaram que a DTC6M foi estatisticamente diferente entre indivíduos fisicamente ativos e sedentários ($609,3 \pm 56,2$ m vs. $592 \pm 53,2$ m; $p < 0,0001$). Entretanto, estranhamente, estes investigadores só incluíram a idade e a altura como preditores da DTC6M, e suas equações de regressão explicaram apenas 28% e 34% da variância da distância em homens e mulheres, respectivamente. Em outro estudo com 355 chineses mais jovens (idade variando entre 18 e 30 anos) e também usando os critérios da ACSM, Zou et al. (2017) também observaram uma maior DTC6M em sujeitos ativos quando estes foram comparados com sujeitos não ativos ($646,1 \pm 48,3$ m vs. $611,6 \pm 51,5$ m; $p < 0,0001$). Em adição, esses investigadores verificaram que a diferença na FC antes e após o teste e a estatura foram os preditores mais significativos da DTC6M, que explicaram 31% e 38%, respectivamente, da variância da distância em mulheres e homens, respectivamente.

O exercício físico tem uma correlação positiva significativa com a força muscular (ALAMERI et al. 2009). Por outro lado, um estilo de vida sedentário geralmente altera o metabolismo muscular, a massa muscular e a capacidade física,

o que poderia explicar porque a média da DTC6M percorrida pelos indivíduos sedentários é significativamente menor do que a DTC6M média percorrida pelos indivíduos fisicamente ativos em alguns estudos (ZOU et al., 2017; ALAMERI et al. 2009).

Interessantemente, Machado et al. (2017), em estudo comparando cinco equações brasileiras para a DTC6M numa população de DPOC, observaram que estas variam consideravelmente na classificação dos indivíduos como tendo capacidade funcional reduzida ou preservada. Assim, é possível que a falta de inclusão do nível de atividade física nestas equações pode, ao menos em parte, explicar as discrepâncias entre os resultados.

1.5. Equações de predição estrangeiras

Conforme ressaltado anteriormente, para que os resultados do TC6M sejam interpretados de forma adequada, foram desenvolvidos modelos de regressão que formulam equações para cálculo de valores de referência com base em características demográficas e antropométricas. Dentre essas características, incluem-se sexo, idade, peso, altura, IMC e variação da FC (DOURADO, 2010; CASANOVA, 2011; SALBACH, 2014; HERNANDES, 2014).

Enright e Sherrill (1998) desenvolveram uma das primeiras equações da literatura, para a idade de 40 a 80 anos, com o objetivo de estimar a distância percorrida pelo indivíduo saudável no TC6M.

Existem diversas equações internacionais publicadas na literatura. (QUADRO 1). Isso ocorre porque se percebeu que as características antropométricas das várias etnias existentes influenciam diretamente na distância do TC6M, o que levou

investigadores de vários países a elaborarem suas próprias equações de referência (DOURADO, 2011). Observa-se que todas as equações foram baseadas em corredores de, no mínimo, 30 metros, em seus testes de caminhada.

Salbach, em 2015, realizou uma meta-análise sobre equações preditivas de TC6M. As quatro variáveis mais frequentemente incluídas nas 43 equações de referência apresentadas nesta meta-análise foram idade (98%), sexo (91%), altura (70%) e peso (49%). Os valores de coeficiente de determinação (r^2) variaram de 0,04 a 0,78 (mediana = 0,46). A equação que forneceu o maior valor de r^2 (0,78) incluiu idade, altura, peso e percentual da FC máxima prevista. Segundo este autor, a multicolinearidade deve ser considerada ao selecionar variáveis para modelos de regressão. A multicolinearidade refere-se à presença de duas ou mais variáveis independentes em um modelo de regressão múltipla que são altamente relacionadas entre si, de modo que uma pode ser prevista linearmente a partir das outras (HAIR, 2005). Em cinco equações de referência em todos os estudos desta meta-análise, altura e IMC foram incluídos no mesmo modelo. A multicolinearidade afeta a interpretação dos coeficientes de regressão individuais, pois inflaciona os valores de seus erros-padrão, potencialmente tornando-os não significativos. Outra variável estatística constantemente subnotificada em modelos de regressão, segundo este estudo, é o desvio padrão residual, que é o desvio padrão das diferenças entre os valores observados e os valores correspondentes previstos pela equação de regressão e, assim, indica a precisão com a qual a linha de regressão prediz os valores de referência (NORMAN et al., 2008).

QUADRO 1. Equações estrangeiras já publicadas.

Autor, ano	N	Distância (m)	Participantes	Idade	Variáveis dependentes	r²
Enright & Sherrill, 1998	290	30,5	Norte-americanos	40-80 anos	Altura, gênero, idade e peso	0,42 (H); 0,38 (M)
Trooster et al., 1999	109	45	Caucasianos	50-85 anos	Altura, idade e peso	0,66
Gibbons et al, 2001	79	20	Canadenses	20-80 anos	Idade e gênero (uma para cada)	0,41
Enright et al., 2003	2281	30,5	Norte-americanos	>68 anos	Gênero, altura, idade e peso	0,20
Camarri et al., 2006	70	45	Australianos	55-75 anos	Altura e VEF ₁	0,34
Poh et al., 2006	35	45	Chineses	45-85 anos	FC _{máx} , altura, idade e peso	0,78
Chetta et al.,2006	102	30	Caucasianos	20-50 anos	Altura, idade e gênero	0,42
Masmoudi et al., 2008	155	30	Tunisianos	40-80 anos	Idade, peso e gênero	0,60
Alameri et al., 2009	298	30	Árabes	18-50 anos	Altura, idade e gênero	0,25

Jenkins et al., 2009	100	45	Australianos	45-85 anos	Idade, altura, IMC, FC _{máx} e gênero	0,40; 0,61
Bem Saad et al., 2009	229	40	Norte-africanos	>40 anos	Altura, gênero, idade e peso	0,77
Osses et al., 2010	175	30	Chilenos	20-80 anos	Altura, gênero, idade e peso	0,55 (H); 0,63 (M)
Casanova et al., 2011	444	30	Caucasianos americanos	40-80 anos	Altura, gênero, idade e peso e FC _{máx}	0,38
Hill et al., 2011	77	30	Canadenses	45-85 anos	Gênero e idade	0,49
Britto et al., 2013	617	30	Brasileiros	19-79 anos	Idade, gênero e IMC; Idade, gênero, altura e Δ FC	0,46; 0,62
Kim et al., 2014	259	30	Coreanos	22-59 anos	Altura e gênero	0,30
Hossain, 2014	190	30	Indianos saudáveis	25-75 anos	Gênero, idade	0,15

Nusdwinuringtyas et al., 2014	123	15	Indonésios sedentários saudáveis	18-50 anos	Peso, idade, altura e sexo	0,34
Indian et al., 2016	174	30	Indianos saudáveis	25-75 anos	Idade e sexo	0,31
Zou, 2017	643	30	Chineses saudáveis	18-59 anos	Sexo, idade, altura; idade e altura	0,34; 0,28
Dosi, 2017	150	30	Indianos obesos	20-60 anos	idade, IMC e SpO ₂	0,56

1.6. Equações de predição brasileiras

Em 2009, Iwana et al. iniciaram as primeiras pesquisas sobre equações de referência na população brasileira, tendo como variáveis preditivas apenas a idade e o gênero. Dourado et al. (2011) publicaram uma revisão da literatura que discute criticamente 19 estudos publicados que avaliavam os valores normais e suas equações de referência em indivíduos saudáveis de vários países. Estes autores também compararam seus achados aos resultados obtidos em indivíduos brasileiros. Nesse mesmo ano, estes mesmos autores publicaram suas equações de referência para indivíduos saudáveis brasileiros, tendo como variáveis preditivas: idade, peso, altura e gênero (DOURADO et al., 2011).

Ainda em 2011, Soares & Pereira elaboram outra equação que prevê a DTC6M levando em consideração o IMC (SOARES & PEREIRA, 2011). Em 2013, Britto et al. publicam o primeiro estudo multicêntrico brasileiro para elaborar uma equação de referência, apresentando variáveis como o IMC e a variabilidade da FC em sua análise de regressão (BRITTO et al., 2013) (QUADRO 2). Observa-se que quase todos os estudos brasileiros também realizaram seus testes em corredores de 30 m.

QUADRO 2. Equações brasileiras já publicadas.

Autor, ano	N	Distância (m)	Participantes	Idade	Variáveis dependentes	r²
Iwana et al., 2009	134	30	Brasileiros	>13 anos	Idade e gênero	0,30
Soares & Pereira, 2011	132	30	Brasileiros	20-80 anos	Gênero, altura, idade e IMC	0,33 (H) e 0,71(M)
Dourado et al., 2011	98	27-30	Brasileiros	>40 anos	Altura, gênero, idade e peso	0,54
Britto et al., 2013	617	30	Brasileiros	19-79 anos	Idade, gênero e IMC; Idade, gênero, altura e Δ FC	0,46; 0,62
Ramos et al., 2018	76	18	Brasileiros hipertensos	19-85 anos	PA, altura, idade, IPAQ, sexo	0,68

1.7. Importância da distância do percurso

De acordo com as diretrizes práticas estabelecidas pela ATS (2002), um percurso de caminhada padronizado deve ter 30 m de comprimento. Entretanto, um corredor de 33 m foi inicialmente adotado (GUYATT et al., 1985), e diferentes comprimentos incluindo 100 pés, 15 m, 18 m, 30 m e 50 m já foram utilizados em outros estudos, especialmente em idosos (TROOSTERS et al., 1999; KERVIO et al., 2003; NG et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2018).

Uma meta-análise recente mostrou que em 24 dos 25 estudos avaliando o TC6M, o exame foi realizado ao longo de um corredor em linha reta variando de 15 m a 82,3 m de comprimento, sendo que as duas distâncias mais comuns foram 30 m (48% dos estudos) e 45 m (12% dos estudos) (SALBACH et al., 2015).

O comprimento do percurso influencia substancialmente o desempenho dos indivíduos no TC6M, e os resultados do teste realizado em um percurso de 10 m versus um curso de 30 m ou mais não são intercambiáveis (BEEKMAN et al., 2013). Enright et al. (2003) sugeriram em uma revisão narrativa que a menor DTC6M alcançada em um percurso de 10 m pode ser explicada pelo aumento do número de voltas envolvidas em um percurso de caminhada mais curto. Além disso, Najafi et al. (2009) mostraram que pessoas mais velhas podem escolher uma estratégia de velocidade de marcha mais alta numa DTC6M maior (>20 m), mas uma estratégia de velocidade de marcha mais lenta em uma distância menor de caminhada (<10 m). Isso pode invalidar o uso de equações de referência com resultados de TC6M conduzidos em diferentes comprimentos de pista diferentes daquele usado para gerar as equações de referência.

Beekman et al. (2014) propuseram equações de referência para avaliar a DTC6M em um percurso de 10 m em 181 sujeitos saudáveis, com idade entre 40 e 90 anos. Os autores observaram que as DTC6M em homens e mulheres foram respectivamente 625 ± 120 m e 554 ± 94 m, com uma diferença significativa ($p < 0,0001$). A DTC6M foi significativamente correlacionada de forma independente com idade, altura, IMC, capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), tabagismo, níveis de atividade física, alterações da FC, grau de dispneia e fadiga.

Avaliando 45 pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), Beekman et al. (2013) observaram que o TC6M no curso de 10 m foi 49,5 m mais curto que no curso de 30 m, o que foi estatisticamente significativo (IC de 95% entre 39,4 e 59,6). Usando equações de referência existentes para TC6M realizado no percurso de 10 m, a distância prevista é altamente superestimada (com uma variação entre 30% e 33%) e a distância média como uma porcentagem do valor previsto é 8% menor em comparação com um TC6M conduzido no curso de 30 m, resultando em uma pior representação da capacidade de exercício funcional em pacientes com DPOC. Neste estudo, os autores concluem que o impacto do comprimento do percurso na DTC6M e no uso de equações de referência em pacientes com DPOC é substancial e clinicamente relevante. Esses achados contrastaram com os de Sciurba et al. (2003), que não encontraram efeito estatisticamente significativo do comprimento do percurso sobre a DTC6M em 761 pacientes com enfisema grave.

A DTC6M obtida em um percurso de 30 m na atenção primária não pode ser comparada com a obtida em um percurso mais curto. Algumas diferenças mínimas clinicamente importantes (DMCI) relatadas para a DTC6M em pacientes com DPOC

são 35 m (intervalo de confiança-IC de 95% entre 30 e 42) por Puhan et al. (2008) e 25 m (IC entre 20 e 61) por Holland et al. (2010), ambos em um percurso de 30 m. Entretanto, Beekman et al. (2013) mostraram que a diferença média na distância percorrida, dependendo do comprimento do percurso do teste, excede a DMCI (80% dos casos individuais). Nesse mesmo estudo, a diferença na distância obtida entre um percurso de 10 m e 30 m de 49,5 m permite presumir que a utilização de um percurso de 50 m em comparação a um percurso de 10 m aumentaria ainda mais essa diferença. Nessa mesma linha, os limiares gerais de uma DTC6M para prever mortalidade no TC6M não se aplicam para o TC6M em um curso de 10 m. Uma etapa subsequente da pesquisa deve ser o desenvolvimento de limiares relacionados ao TC6M para prever morbidade e mortalidade e o estabelecimento da DCMI para o TC6M em um percurso de 10 m.

Avaliando 25 pessoas com idade ≥ 50 anos em corredores de diferentes comprimentos, Ng et al. (2013) observaram que as maiores DTC6M (384 ± 52 , 425 ± 52 e 443 ± 55 m para 10, 20 e 30 m, respectivamente) e os menores números de voltas (38 ± 5 , 21 ± 3 e 14 ± 2 voltas para 10, 20 e 30 m, respectivamente) foram registrados no corredor de 30 m. As médias das DTC6M neste estudo foram consistentes com aquelas observadas em estudos prévios com idosos chineses residentes na comunidade (416,5 m com um corredor de 33 m (NG & HUI-CHAN, 2005); 432 a 588 m com um corredor de 15 m (TSANG, 2005). No entanto, a DTC6M foi mais curta do que as distâncias relatadas em estudos anteriores de idosos caucasianos (STEFFEN et al., 2002; JANAUDIS-FERREIRA et al., 2010). Usando um corredor de 30 m, Janaudis-Ferreira et al. (2010) e Steffen et al. (2002) relataram médias de DTC6M de 540 a 561 m e 471 a 572 m, respectivamente. As diferenças

podem ser explicadas pelas proporções de vários grupos étnicos, idades e gêneros nas amostras, comprimento das pernas e pelos níveis de atividade habitual dos indivíduos, comorbidades e motivação (NG et al., 2013).

Especula-se que mais esforço e tempo são necessários para o indivíduo dar as voltas em um corredor mais curto (NG et al, 2013). Um corredor mais longo permite mais espaço para aceleração e uma velocidade máxima mais alta se o indivíduo for capaz. Em um estudo clínico com 34 adultos mais velhos, Macfarlane & Looney (2008) mostraram que uma distância entre 2,2 e 3,2 m era necessária para acelerar do repouso até uma velocidade de caminhada constante, enquanto uma distância de 1,8 a 1,9 m era necessária para desacelerar de uma velocidade de marcha constante para descansar. Além dessas considerações físicas, o comprimento da passagem pode afetar a estratégia de caminhada escolhida, o que influenciaria o ritmo de caminhada do indivíduo (NG et al., 2013). Em um ensaio clínico com 27 idosos, Najafi et al. (2009) mostraram que pessoas mais velhas optam por uma estratégia de velocidade mais alta em corredores >20 m de comprimento, mas uma estratégia de velocidade mais lenta em corredores de <10 m.

Em estudo baseado na cinemática da marcha para avaliar a validade do TC6M em um corredor de 10 m em idosos, Saraiva et al. (2018) observaram que a distância medida pelo avaliador foi significativamente menor do que a sua cinemática ($p = 0,012$) e a do modelo previsto ($p = 0,017$), e que a distância medida pela cinemática também é menor do que a prevista ($p = 0,025$). Além do mais, a maioria dos participantes apresentou uma tendência negativa para a velocidade média em função de meia-volta. A aceleração corporal foi máxima logo após a partida do cone proximal, com o corpo acelerando até a duração de 3/4 da meia-volta—quando a velocidade do

corpo também era máxima—mas subitamente desacelerando muito perto do final da meia volta. Clinicamente, essas observações também sugerem que a DTC6M pode não ser comparável se obtida a partir de testes com diferentes comprimentos de corredor, porque um corredor mais longo pode permitir uma aceleração corporal ainda maior.

Vários estudos demonstraram que a DTC6M tende a aumentar se o teste for aplicado repetidas vezes. Isso pode ser explicado pelo fenômeno de aprendizado, percepção dos sintomas com melhor clareza ou, ainda, maior entendimento do teste. (ATS, 2002; CASANOVA et al., 2011; ZOU et al., 2017).

2. JUSTIFICATIVA

O TC6M pode ser considerado um dos testes mais utilizados na prática clínica cardiorrespiratória, haja visto que apresenta uma diretriz bem descrita, desde 2002 (ATS, 2002). Essa diretriz define parâmetros específicos como a distância do percurso utilizado, os critérios de inclusão para o teste e os modos de incentivo ao indivíduo a ser avaliado.

Entretanto, é possível que se procure outra forma de avaliação da capacidade funcional, quando não apresentamos condições de reproduzir fielmente o *guideline* da ATS, principalmente no que se refere ao tamanho do percurso, caso este seja menor do que trinta metros. Segundo a ATS, a extensão ideal seria igual ou superior a 30 metros, pois distâncias menores que essas **sugerem** mais desacelerações em cada volta, com consequente redução da distância percorrida (ATS, 2002).

Em vista disto, é de grande interesse—tanto na pesquisa como na prática clínica—a elaboração de uma equação que possa estimar a DTC6M em percursos

diferentes dos 30 metros previstos pela ATS, utilizando a distância do percurso como uma das variáveis da equação. Assim, nós pensamos que seja possível realizar testes de caminhada em corredores menores do que 30 metros sem subestimação dos resultados. Adicionalmente, a influência do nível de atividade física do indivíduo sobre a DTC6M deve ser mais bem estabelecida, visto que diferentes níveis de aptidão física podem contribuir para diferentes performances durante o teste.

3. OBJETIVOS

3.1. Primário

- Desenvolver uma equação de referência para o TC6M, levando em consideração a distância do percurso do teste e o nível de atividade física como variáveis preditoras, além de variáveis demográficas e antropométricas.

3.2. Secundários

- Comparar as DTC6M entre os testes, considerando as distâncias alternativas de 10 e 20 metros de percurso.
- Determinar se os fatores intervenientes incluindo gênero, idade, peso, altura, IMC, variação de FC, nível de atividade física e distância do percurso podem influenciar a distância percorrida em 6 minutos por adultos saudáveis, tanto ativos como sedentários.
- Determinar se o nível de atividade física pode influenciar a função pulmonar.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Local do estudo

Os testes foram realizados no corredor do 3º andar do Hospital Universitário Gaffrée e Guinle, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Este corredor foi previamente demarcado com cones de trânsito com as distâncias para os testes de 10, 20 e 30 metros, através de uma corda ligada aos cones, marcada metro a metro, com marcações diferenciadas a cada 10 metros.

4.2. Material do estudo

Foram utilizados os utensílios necessários para a realização do TC6M. Dentre eles, destacam-se: cones de trânsito, cronômetro digital, estetoscópio, esfignomanômetro, oxímetro de dedo, fichas para tabular os dados, escala de BORG, cadeira para descanso do indivíduo, corda ligada aos cones, marcada metro a metro, com marcações diferenciadas a cada 10 metros (Figuras 1 e 2) (BRITTO, 2006; PIRES, 2007).



Figura 1. Alguns dos equipamentos utilizados para realização do teste da caminhada dos seis minutos.

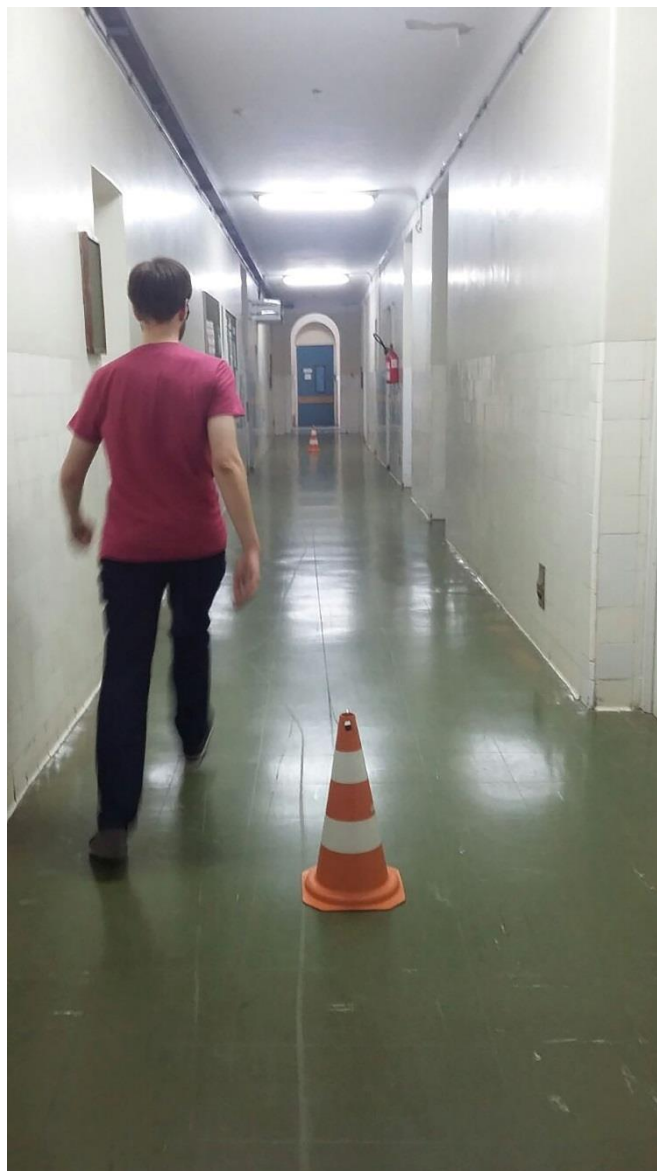


Figura 2. Espaço para realização do teste da caminhada dos seis minutos.

4.3. Caracterização da amostra

4.3.1. Sujeitos

Neste estudo, foram selecionados indivíduos saudáveis, ativos e sedentários. A amostra selecionada foi de conveniência, formada por voluntários da instituição de ensino e por seus familiares.

4.3.2. Critérios de elegibilidade

- ✓ Idade entre 18 e 70 anos, de ambos os sexos.
- ✓ Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 1).

4.3.3. Critérios de exclusão

- ✓ Doenças neuromusculares ou outras alterações no sistema musculoesquelético, déficit cognitivo, distúrbios de comportamento, avaliados através de relato do paciente e histórico medicamentoso.
- ✓ Alterações cardiovasculares foram avaliadas pelo inventário medicamentoso desse paciente.
- ✓ Distúrbios ventilatórios obstrutivos ou restritivos, avaliados através de espirometria.
- ✓ Classificação do IPAQ como **muito ativo**.

4.4. Exame físico e medidas antropométricas

Os participantes da pesquisa foram submetidos, após assinarem o TCLE, a um cadastro de identificação e a uma avaliação clínico-funcional, incluindo anamnese, exame físico, inventário medicamentoso, história de tabagismo e medidas antropométricas (peso, altura, FC, saturação de O₂ e PA).

4.4.1. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) – Versão Curta

O IPAQ (ANEXO 1) é composto por cinco domínios, a saber: 1) atividades físicas no trabalho; 2) atividades físicas como meio de transporte; 3) atividades físicas

em casa, incluindo tarefas domésticas e família; 4) atividades físicas de recreação, esporte, exercício físico e de lazer; e 5) tempo gasto durante a postura sentada. Neste trabalho, foi utilizado o compêndio de Ainsworth (2000) para a avaliação final. A avaliação engloba tanto atividades consideradas como leves, moderadas e vigorosas, sendo que as atividades moderadas correspondem a 3,3 a 4 MET's (1 MET: 3,5ml/kg/min), enquanto as vigorosas são aquelas acima de 5,5 a 8 MET's. Os indivíduos avaliados foram classificados em sedentários, irregularmente ativos A e B, ativos e muito ativos (MATSUDO et al., 2001).

4.4.2. Espirometria

A espirometria é o estudo da função pulmonar por meio das medidas de fluxo e volumes gerados nos ciclos respiratórios basais e forçados. Exige compreensão e colaboração do paciente, equipamentos exatos e emprego de técnicas padronizadas aplicadas por profissionais capacitados. Os valores obtidos são comparados a valores previstos adequados para a população avaliada. (PEREIRA et al., 2007)

Antes do teste, o paciente repousou entre 5 a 10 minutos em ambiente calmo e privado, evitando roupas apertadas. Durante o exame, o paciente estava na posição sentada, retirando próteses orais, e não podendo ter limitação para movimentos respiratórios (coletes ou cintos ajustados). O técnico explicou claramente sobre as manobras a serem executadas. Neste exame, coloca-se o clipe nasal e o paciente ajusta os lábios ao bocal, de maneira que não haja escape aéreo. O paciente faz então uma inspiração profunda com período de apneia não superior a três segundos, e sem parar de respirar, seguir-se-á uma expiração rápida e forçada. Ao final desta, realizará uma inspiração profunda. Durante estas manobras é fundamental o estímulo verbal

constante e repetitivo do técnico. Poderiam ser realizadas até oito tentativas para se conseguir pelo menos três curvas reprodutíveis (PEREIRA et al., 2007).

4.4.3. Teste de caminhada dos seis minutos (TC6M)

O indivíduo foi orientado a caminhar no percurso delimitado o mais rápido possível, mas sem correr, durante um período total de 6 minutos. Foram verificadas a SpO₂, FC, PA e escala de Borg no repouso e ao final do teste (ATS, 2002). Por se tratar de um estudo sobre a comparação em diferentes percursos, foi realizado um teste nas distâncias de 10 e 20 metros, além daquele na distância padronizada de 30 metros.

Cada indivíduo realizou um teste de caminhada, para cada percurso (10, 20 e 30 metros), com mínimo de 30 minutos de intervalo entre os testes. A ordem dos testes foi randomizada, através de aplicativo RANDOMIZER, versão 1.1, para *Android*.

5. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Este projeto foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNISUAM, de acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde que

estabelece os preceitos éticos para a pesquisa envolvendo seres humanos (BRASIL, 2012), sob o número CAAE 52689716.5.0000.5235 (ANEXO 2).

Antes da realização de qualquer procedimento, todos os voluntários foram informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo e assinarão o TCLE. As informações obtidas foram mantidas em sigilo absoluto. Foi garantido o anonimato, a privacidade do paciente e a não utilização das informações em prejuízo dos indivíduos.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Artigo aceito na revista *Journal of Bodywork and Movement Therapies*

**THE IMPACT OF PHYSICAL ACTIVITY LEVEL, DEGREE OF DYSPNOEA AND
PULMONARY FUNCTION ON THE PERFORMANCE OF HEALTHY YOUNG
ADULTS DURING EXERCISE**

Vívian Pinto Almeida, P.T., Ph.D. ^a, Arthur Sá Ferreira, P.T., Ph.D. ^a, Fernando Silva Guimarães, P.T., Ph.D. ^a, Giannis Papathanasiou, M.D., Ph.D. ^{b,c}, Agnaldo José Lopes, M.D., Ph.D. ^{a,d,*}

a) Rehabilitation Sciences Post-graduate Programme, Augusto Motta University Centre (UNISUAM), Rio de Janeiro, Brazil

b) Department of Medical Imaging, Allergology and Physiotherapy, Faculty of Dental Medicine, Medical University of Plovdiv, Bulgaria

c) Department of Kinesitherapy, Faculty of Public Health, Medical University of Sofia, Bulgaria

d) Post-graduate Programme in Medical Sciences, School of Medical Sciences, State University of Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Brazil

*** Corresponding author:** Agnaldo José Lopes. Rehabilitation Sciences Post-graduate Programme, Augusto Motta University Centre (UNISUAM), Praça das Nações, 34, Bonsucesso, 21041-010, Rio de Janeiro, Brazil. Phone and fax numbers: +55 21 21 2576 2030. E-mail: agnaldolopes.uerj@gmail.com

ABSTRACT

Background: In addition to being simple and requiring minimal technology, the six-minute walk test (6MWT) has been found to be reproducible and well tolerated since its first use. However, the impact of non-anthropometric factors on functional capacity is less clear in healthy young adults because the majority experience no age-related changes in the locomotor system or associated comorbidities.

Aim: To identify the effect of physical activity level, degree of dyspnoea and pulmonary function on functional capacity, evaluated through the six-minute walking distance (6MWD) of healthy young adults, in order to prevent clinical abnormalities.

Method: This is a cross-sectional study including 190 healthy young adults who were subjected to the 6MWT to assess walking distance and degree of dyspnoea using the Borg scale. Furthermore, pulmonary function using spirometry and physical activity level using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) were assessed. According to the IPAQ, the subjects were categorised as sedentary, irregularly active or active.

Results: The 6MWD was positively correlated with pulmonary function parameters ($P \leq 0.002$ for all parameters). There was a marginally significant correlation between the 6MWD and the difference between the scores assessed before and after the test using the Borg scale. There was a trend towards significant differences in 6MWD according to the IPAQ categories. Furthermore, forced vital capacity was the only pulmonary function parameter with significant differences between IPAQ categories ($P = 0.02$).

Conclusion: In healthy young adults, greater pulmonary function indicates a greater 6MWD. In these subjects, physical activity level based on the IPAQ categories clearly

affects pulmonary function. However, the IPAQ category and degree of dyspnoea are poorly related to the 6MWD of these subjects.

KEYWORDS: Healthy young adults; Exercise; Performance; Respiratory function tests.

INTRODUCTION

The act of walking is considered one of the five main activities of daily living (ADLs), along with the acts of breathing, hearing, seeing and speaking (Ambrosino, 1999). Accordingly, functional walking tests have been proposed to measure the functional capacity of individuals with various health conditions. The six-minute walk test (6MWT) is used to evaluate the response of an individual to exercise and provides a general analysis of the respiratory, cardiac and metabolic systems (ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories, 2002). It assesses the distance a person is able to travel on a flat, rigid surface in six minutes and primarily aims to determine exercise tolerance during a submaximal exercise. The 6MWT has been used worldwide as a predictor of mortality in various conditions, including heart failure, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and pulmonary hypertension (Reibis et al., 2010; Golpe et al., 2013). The variability in the six-minute walking distance (6MWD) has been explained, at least partly, by gender, age, height and weight differences (Morales-Blanhir et al., 2011). However, predictive equations have, at best, coefficients of determination of 0.4, which means that 60% of the 6MWD variability amongst healthy individuals remains undetermined (Neder, 2011).

Several studies have shown the efficacy of regular physical activity in preventing chronic diseases, such as cardiovascular diseases, obesity, diabetes, cancer and osteoporosis. It has been suggested that the level of physical activity and health status are significantly associated; thus, increased physical fitness may result in additional health benefits (Warburton et al., 2006). In some clinical conditions, the 6MWD is correlated with performance in ADLs because functional capacity is closely linked with the energy expenditure required for physical activities and an increased ADL ability (Westerterp, 2013). In patients with COPD, for example, a higher 6MWD has been associated with a greater level of physical activity in daily life (Hernandes et al., 2009). Thus, the interest in assessing the effects of a sedentary lifestyle has been increasing due to its association with risk factors such as low aerobic capacity and peripheral vascular endothelial dysfunction (Riess et al., 2006).

Dyspnoea, which is usually described by patients as "shortness of breath", is a common, albeit unspecific, symptom and is associated with exercise performance and, therefore, with health-related quality of life (HRQoL). Population-based studies suggest a 9-35% prevalence of unexplained exertional dyspnoea amongst community-residing adults (Parshall et al., 2012; Huang et al., 2017). Measuring dyspnoea provides an independent dimension not given by pulmonary function tests (PFTs). Therefore, assessing dyspnoea affects and predicts HRQoL and survival more broadly than physiological measures (Camargo and Pereira, 2010). In recent years, numerous studies have suggested that the sensation of dyspnoea does not involve a single perception but rather a set of diverse sensations (Parshall et al., 2012; Mendonca et al. 2014). Despite these advances in the understanding of mechanisms involved in

dyspnoea, little is known about the variability of the perception of dyspnoea amongst healthy individuals, whether at rest or under effort (Ziegler et al., 2015).

The association between pulmonary function and exercise performance has been previously studied in several clinical conditions, showing contradictory results between groups of patients with different diseases and even between different groups of patients with the same disease (Rodrigues and Viegas, 2002; Pimenta et al., 2010; Ho et al., 2015). The hypothesis that 6MWT contributes to the classical assessment of pulmonary function and is thus able to provide a more complete profile of the functional capacity of healthy individuals has been previously postulated (Zenteno et al., 2007). However, to our knowledge, the relationship between pulmonary function and 6MWD has been examined only in patients and elderly people, indicating a gap in this type of assessment in healthy young individuals.

In recent years, exercise tests have been recognised as a convenient tool to determine the functional capacity dynamically because the reserves of the various body systems must be known to assess in greater detail the functional capacity of individuals. In addition to anthropometric and demographic data, differences in functional status may be statistically significant and yet lower than the threshold at which individuals notice a difference between their performance and that of others (Redelmeier et al., 2011). Thus, the objective of the present study was to identify the effect of physical activity level, degree of dyspnoea and pulmonary function on functional capacity, evaluated through the 6MWD of healthy young adults, in order to prevent clinical abnormalities.

METHODS

Subjects

Between March 2016 and August 2017, a cross-sectional study was conducted in which we evaluated 224 healthy subjects with a mean age of 29.4 ± 8.77 years. Some were recruited amongst the employees of the Federal University of the State of Rio de Janeiro (UNIRIO), in the city of Rio de Janeiro, Brazil, and others were recruited amongst the residents of the surrounding community. All subjects selected for the study were healthy and able to walk, requiring no type of walking aid. The following exclusion criteria were used: report of respiratory or cold symptoms in the last three weeks; history of cardiorespiratory, metabolic, osteoarticular or neuromuscular disease; history of thoracic surgery; having smoked more than 10 packs per year; and taking medications that could affect muscle function, such as statins. We also excluded subjects with a body mass index (BMI) lower than 18 kg/m^2 or higher than 40 kg/m^2 (Britto et al., 2013) as well as those considered 'very active' by the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (Matsudo et al., 2001). The entire protocol followed the guidelines for research on human subjects in accordance with the Declaration of Helsinki. All participants signed the informed consent form previously approved by the Research Ethics Committee of the Augusto Motta University Centre (UNISUAM) under number CAAE- 52689716.5.0000.5235.

Measurements

Weight and height were measured using standard techniques, and the subjects were barefoot and wearing light clothing. Weight was measured to the nearest 0.1 kg on a calibrated scale, and height was measured to the nearest 0.1 cm using a stadiometer.

BMI was calculated as the weight in kilograms divided by the height in square metres (kg/m^2).

The physical activity level in ADLs was evaluated using the IPAQ, which assesses total energy expenditure expressed as metabolic equivalent tasks (METs) and the time spent in daily activities. These activities are divided into different intensities (vigorous, moderate and light) and expressed as METs/min/week for the following four domains: work, transportation, domestic activities and recreation and leisure. The results from all items are summed to calculate the total physical activity score (Craig et al., 2003). We used the IPAQ short version, which had been previously translated into and validated for Portuguese (Matsudo et al., 2001). The subjects were instructed to answer the questions based on the previous week. Afterwards, they were categorised into the following four groups, according to the IPAQ score: sedentary, irregularly active, active, or very active (Matsudo et al., 2001).

Pulmonary function was assessed by spirometry, which was performed on the same day as the 6MWT, using a Pony FX spirometer (Cosmed Ltd., Italy) after a 10-minute break. Spirometry followed the standardisation and interpretation established by the American Thoracic Society (Miller et al., 2005). In this study, we evaluated the following parameters provided by spirometry: forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV_1) and peak expiratory flow (PEF). The highest values of at least three reproducible measurements of FEV_1 and of FVC were used, accepting a range of up to 150 mL or less than 5%. National equations were adopted to calculate the predicted values for each participant (Pereira et al., 2007).

Functional capacity was assessed through the 6MWT, which was performed in duplicate with at least 30 minutes rest between tests, and the subjects were previously

familiarised with the procedure. The tests were performed in a flat, 30-meter, outdoor corridor marked every three metres and completely free of passers-by. The walking course was marked with orange traffic cones (see Figure 1). The 6MWTs followed the step-by-step approach previously recommended by the American Thoracic Society (ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories, 2002).

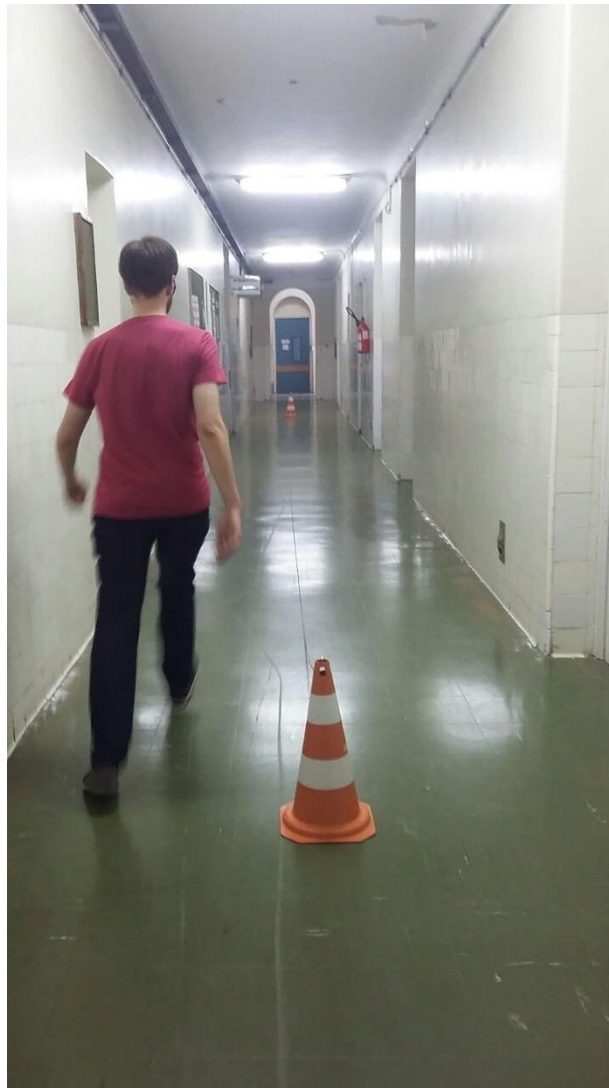


Figure 1. Illustration of the six-minute walk test performed by a healthy young adult.

The modified Borg Dyspnoea Scale was applied at baseline and at minute six of the 6MWT. The scale ranges from zero to 10 points, in which zero is the absence of dyspnoea and 10 is the worst sensation of dyspnoea and was used to classify the fatigue and exhaustion levels of the participants (Borg Rating of Perceived Exertion—RPE), as shown in Table 1 (ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories, 2002). The Borg RPE is a way of measuring the intensity of any physical activity; it is based on the physical sensations a person experiences during physical activity, including increased heart rate, increased breathing rate, increased sweating and muscle fatigue (Borg, 1998). For a better understanding of this scale, prior to the 6MWT, the participants were familiarised with the Borg RPE concept to allow them to get used to answering in an adequate manner when they were asked about the intensity of the exercise. Subsequently, the difference in Borg scale between the scores assessed at baseline and at minute six of the 6MWT $[(\Delta \text{ Borg scale } (0'-6'))]$ was then calculated. The 6MWT data collected in the test with the longest distance were included in the final analysis. The values provided by the Brazilian equations proposed by Britto et al. (2013) were used as a reference for the 6MWD.

Table 1. The modified Borg Dyspnoea Scale and Borg Rating of Perceived Exertion*.

Level of dyspnoea	Level of fatigue
0	Nothing at all
0.5	Very, very slight (just noticeable)
1	Very slight
2	Slight (light)
3	Moderate
4	Somewhat severe
5	Severe (heavy)
6	
7	Very severe
8	
9	
10	Very, very severe (maximal)

* Adapted from the American Thoracic Society Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories, 2002.

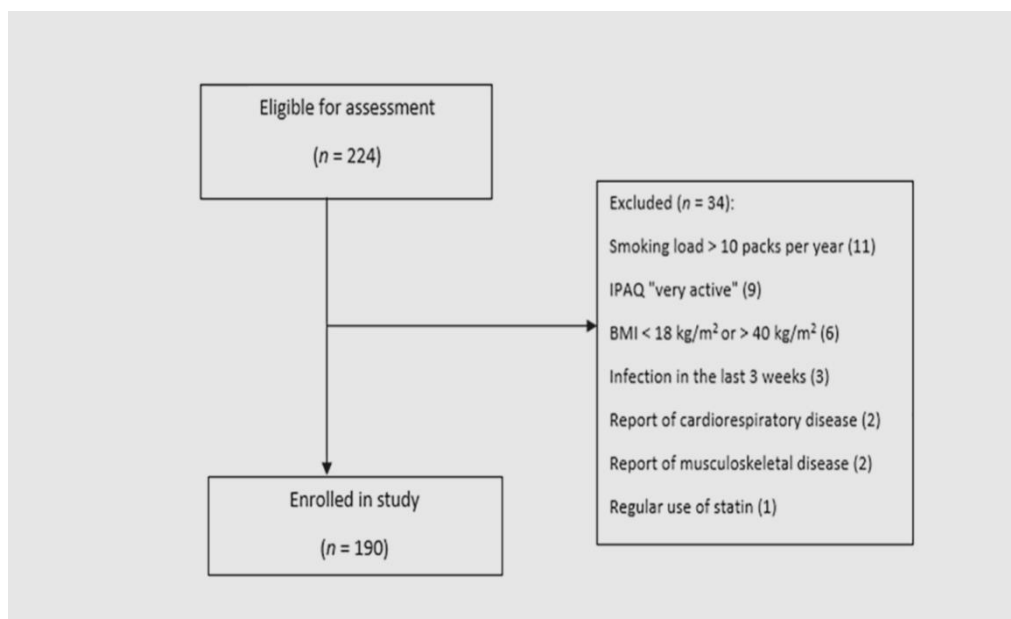


Figure 2. Flow chart showing stages of the recruitment process.

Data analysis

Data were analysed using the software SPSS 17.0 (IBM Institute, Cary, NC, USA). Because the sample followed a Gaussian distribution according to the Shapiro-Wilk test, the results were expressed as the mean $\pm$ SD or as frequency (percentages). Because the equations proposed by Britto et al. (2013) have two explanatory models – one that includes the BMI and another that includes the difference in heart rate (HR) before and after the 6MWT (Δ HR) – we chose to use both models in the data interpretation as follows: 6MWD (% predicted BMI) and 6MWD (% predicted Δ HR). The Pearson correlation coefficient (r) was used to evaluate the association between the demographic variables, clinical data, pulmonary function and functional capacity. The comparisons between clinical data, pulmonary function and the 6MWT according to the IPAQ physical activity categories (IPAQ) were analysed using ANOVA followed by the Bonferroni post-hoc test. Statistical significance was set at $P < 0.05$.

RESULTS

Of the 224 subjects eligible for evaluation, 34 were excluded from the study (see Figure 2). Thus, the sample included 190 healthy subjects, with a mean age of 29.4 ± 8.77 years. Regarding the physical activity level, 28.9% were classified as sedentary according to the IPAQ, 36.3% were irregularly active, and 34.7% were active. Demographic and clinical data, pulmonary function parameters and 6MWT variables are outlined in Table 2.

Of the 190 subjects, 58% reported grade 0 ("nothing at all"), 27% reported grade 0.5 ("very, very slight"), 9% reported grade 1 ("very slight") and 6% reported grade 2 ("slight") at rest on the modified Borg Dyspnoea Scale (Borg RPE). At the end of the 6MWT, 44% of subjects reported grades <3 , while 56% described grades ≥ 3 ; however, no one had a score ≥ 7 (that is, "very severe").

The correlations between the 6MWD measurements with demographic and anthropometric data and pulmonary function parameters are outlined in Table 3 and Figure 3. The 6MWD (metres) was significantly correlated with all pulmonary function parameters. The 6MWD (% predicted BMI) was weakly correlated with FVC (L) and PEF (L/s). Lastly, the 6MWD (% predicted Δ HR) was significantly correlated with most pulmonary function parameters assessed. Furthermore, the correlation among the three forms of the 6MWD assessed and the Δ Borg scale (0-6') was marginally significant.

Table 2. Participant demographics and anthropometric data, physical activity level, parameters of pulmonary function and variables of the six-minute walk test ($n = 190$).

Variable	Value
Demographic and anthropometric data	
Sex (% male)	50 (26.3)
Age (years)	29.4 $\pm$ 8.77
Body mass (kg)	68.1 $\pm$ 14.1
Body height (cm)	167 $\pm$ 8.52
BMI (kg/m ²)	24.3 $\pm$ 3.88
Physical activity level (IPAQ categories)	
Sedentary	55 (28.9)
Irregularly active	69 (36.3)
Active	66 (34.7)
Pulmonary function (spirometry)	
FEV ₁ (L)	3.24 $\pm$ 0.70
FEV ₁ (% predicted)	100.9 $\pm$ 14.9
FVC (L)	3.76 $\pm$ 0.88
FVC (% predicted)	106.1 $\pm$ 16.9
PEF (L/s)	7.23 $\pm$ 2.14
PEF (% predicted)	109.7 $\pm$ 23.6
Functional capacity (6MWT)	
6MWD (meters)	674.9 $\pm$ 81.2
6MWD (% predicted BMI)	105.7 $\pm$ 11.5
6MWD (% predicted Δ HR)	96.5 $\pm$ 5.64
Δ Borg scale (0'–6')	3.78 $\pm$ 1.81
Δ HR (bpm)	34 $\pm$ 22.7

Results expressed as mean $\pm$ SD or number (%). BMI, body mass index; IPAQ, International Physical Activity Questionnaire; FEV₁, forced expiratory volume in one second; FVC, forced vital capacity; PEF, peak expiratory flow; 6MWT, six-minute walk test; 6MWD, six-minute walking distance; HR, heart rate.

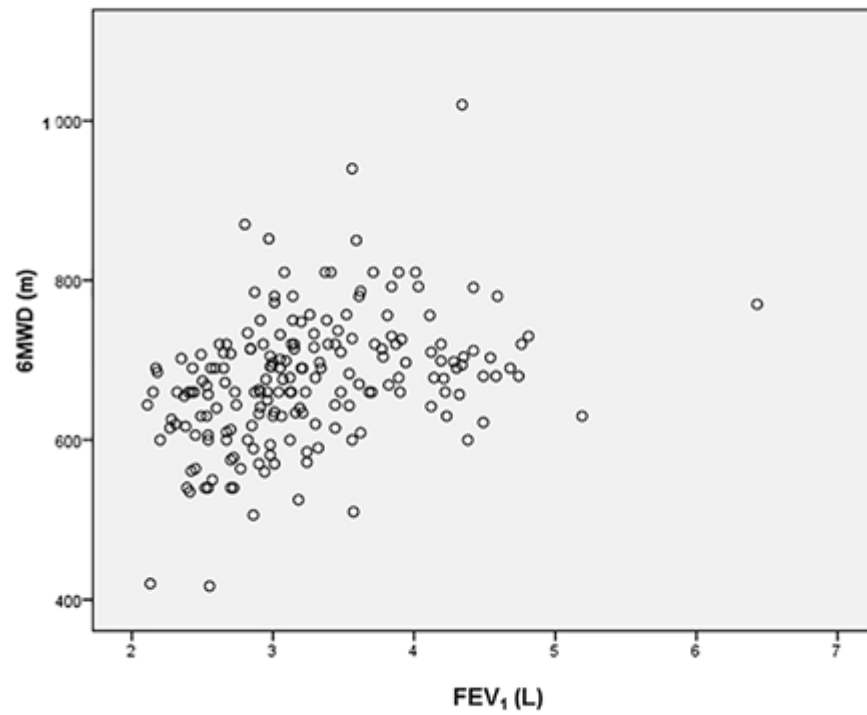


Figure 3. Relationship of the six-minute walking distance (6MWD) with forced expiratory volume in one second (FEV₁) ($r = 0.42$, $P = 0.001$).

Table 3. Pearson's correlation coefficients for demographic and anthropometric data, pulmonary function and functional capacity.

Variables	6MWD (meters)		6MWD (% predicted BMI)		6MWD (% predicted Δ HR)	
	<i>r</i>	<i>P</i> -value	<i>r</i>	<i>P</i> -value	<i>r</i>	<i>P</i> -value
Age (years)	-0.28	0.001	-0.21	0.004	-0.27	0.001
BMI (kg/m ²)	-0.16	0.03	-0.55	0.001	0.04	0.57
FEV ₁ (L)	0.42	0.001	0.13	0.07	-0.26	0.001
FEV ₁ (% predicted)	0.20	0.005	-0.06	0.37	0.17	0.02
FVC (L)	0.38	0.001	0.14	0.04	-0.30	0.001
FVC (% predicted)	0.22	0.002	-0.05	0.46	0.11	0.13
PEF (L/s)	0.38	0.001	0.15	0.04	-0.20	0.005
PEF (% predicted)	0.21	0.004	-0.07	0.62	0.17	0.02
Δ Borg scale (0'–6')	0.12	0.06	0.13	0.07	-0.13	0.07
Δ HR (bpm)	0.07	0.33	0.02	0.73	-0.67	0.001

6MWD, six-minute walking distance; BMI, body mass index; HR, heart rate; FEV₁, forced expiratory volume in one second; FVC, forced vital capacity; PEF, peak expiratory flow.

Table 4. Comparison of clinical data, pulmonary function and six-minute walking distance according to the International Physical Activity Questionnaire.

Variables	Sedentary (Group 1) (n = 55)	Irregularly active (Group 2) (n = 69)	Active (Group 3) (n = 66)	Between- groups ANOVA
Age (years)	29.3 ± 8.81	29.9 ± 9.24	29.1 ± 8.34	0.86
BMI (kg/m ²)	23.8 ± 4.43	24.3 ± 3.65	24.7 ± 3.63	0.42
FEV ₁ (L)	3.09 ± 0.68	3.26 ± 0.74	3.36 ± 0.66	0.10
FEV ₁ (% predicted)	98.8 ± 15.7	101.5 ± 15.1	101.9 ± 14.2	0.49
FVC (L)	3.51 ± 0.76	3.78 ± 0.88	3.94 ± 0.93	0.02 / 1-2-3
FVC (% predicted)	103.6 ± 17.5	107.4 ± 16.7	106.8 ± 16.6	0.42
PEF (L/s)	6.81 ± 2.12	7.25 ± 2.17	7.57 ± 2.11	0.57
PEF (% predicted)	105.6 ± 25.7	109.7 ± 22.1	113.2 ± 23.1	0.21
6MWD (meters)	663 ± 78.5	666.7 ± 73.3	693.3 ± 88.9	0.06
6MWD (% predBMI)	103.7 ± 10.6	105.1 ± 11.5	108.1 ± 11.9	0.09
6MWD (% pred Δ HR)	96.8 ± 5.51	96.2 ± 5.64	96.5 ± 5.82	0.85
Δ Borg scale (0'–6')	4.07 ± 1.81	3.86 ± 1.84	3.45 ± 1.76	0.18
Δ HR (bpm)	36.3 ± 21.07	34.7 ± 22.2	31.3 ± 24.6	0.16

Results expressed as mean ± SD. BMI, body mass index; FEV₁, forced expiratory volume in one second; FVC, forced vital capacity; PEF, peak expiratory flow; 6MWD, six-minute walking distance; HR, heart rate. Comparisons of the three groups/comparisons between adjacent groups: dashes indicate a significant difference.

We also compared the clinical data, pulmonary function and 6MWTs according to the three IPAQ categories assessed (see Table 4). The results showed a trend towards significant differences between mean 6MWD values (metres) according to the IPAQ categories. The FVC was the only pulmonary function parameter with significant differences between IPAQ categories (see Figure 4).

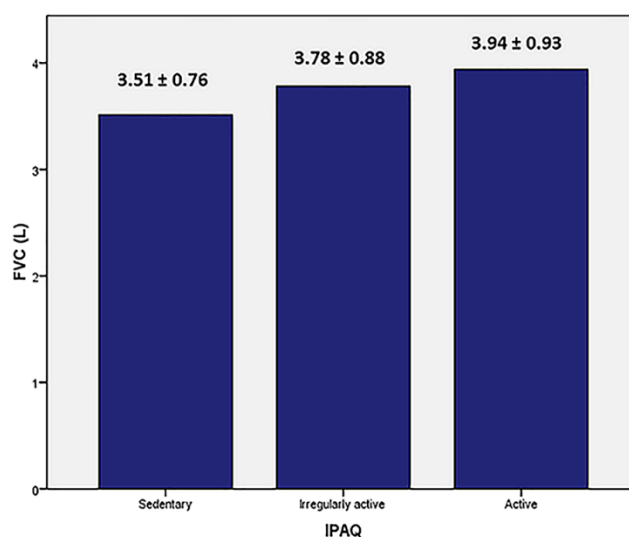


Figure 4. Values (mean $\pm$ SD) for forced vital capacity (FVC) according to the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) categories. A significant difference ($P = 0.02$) was found between the three groups.

DISCUSSION

The main finding of the present study was that in healthy young adults, pulmonary function significantly affects the distance walked in the 6MWT. In these individuals, the degree of dyspnoea and the physical activity level according to the IPAQ categories only marginally

affected the 6MWD. Furthermore, a higher IPAQ category resulted in a higher FVC value. To our knowledge, this is the first study assessing the impact of various factors on functional capacity in a robust sample of healthy young adults.

Understanding the mechanisms responsible for decreased functional capacity is based on data collected using maximal exercise tests. However, ADLs require submaximal effort (Morales-Blanhir et al., 2011). Thus, a test involving the dislocation of the entire body mass in ADLs common to most subjects has been sought for many years (Neder, 2011), which shows the importance of the initial description and increasing understanding of the 6MWT. More recently, a multi-centre study showed that predictive equations ranged considerably between centres (adjusted $r^2 = 0.09\text{--}0.73$) and explained < 30% of the 6MWD variance in four of the ten centres assessed (Casanova et al., 2011). In fact, the coefficient of determination (r^2) values of the 6MWD provided by anthropometric variables ranged from 0.25 to 0.42 in different studies (Soares and Pereira, 2011). Taken together, these findings clearly show the need for identifying new factors that may affect the 6MWD in healthy subjects (Casanova et al., 2011). In a population of healthy young adults, the impact of factors unrelated to anthropometric data on the 6MWD is less clear because the majority of this population do not typically experience age-related changes in the osteoarticular and neuromuscular systems or associated comorbidities. Indeed, Bautmans et al. (2004) showed significant decreases in the physical capacity of elderly people using individual parameters, including medical history, use of medicines and health status. This at least partly explains the low correlation values between the 6MWD and clinical and functional data collected in the present study.

Respiratory discomfort may arise from a wide range of clinical conditions. This discomfort primarily occurs as a result of either cardiovascular or respiratory system compromise but may also be attributed to upper airway obstruction, metabolic derangements, neuromuscular disorders or psychogenic conditions including anxiety (Zoorob and Campbell, 2003; Coccia et al., 2016). Almost 90% of all cases of dyspnoea are due to asthma, heart failure, myocardial ischaemia, COPD, pneumonia or psychogenic disorders (Zoorob and Campbell, 2003). However, dyspnoea has also been highlighted as a manifestation of low cardiovascular fitness in an increasingly sedentary world population (Parshall et al., 2012). This can apply to those who are deconditioned due to physical inactivity for a variety of reasons, including obesity (Lorenzo and Babb, 2012). Nevertheless, we did not identify a significant relationship between the degree of dyspnoea and the level of physical activity in the ADLs assessed using the IPAQ. Additionally, we observed that the 6MWD was only marginally associated with the IPAQ categories. Similar to our findings, Soares and Pereira (2011) observed, in a sample of 132 healthy volunteers, that habitual physical activity assessed using the Baecke questionnaire was marginally correlated with 6MWD in the univariate analysis ($r = 0.23$; $P = 0.07$), which was not confirmed in the multivariate analysis. More recently, Zou et al. (2017) observed a significant difference in the distance travelled between physically active and sedentary individuals. The differences in the results from these three studies may be partly explained by the fact that Zou et al. (2017) did not exclude subjects classified as 'very active', which increased the sample heterogeneity in terms of the level of physical fitness to some extent. A more active lifestyle usually changes muscle metabolism, muscle mass and physical fitness. This results in adaptations of the

cardiorespiratory and neuromuscular systems and improves the oxygen supply to the mitochondria, which partly explains the reason why the 6MWD travelled by the most active subjects is significantly higher than the 6MWD travelled by the sedentary subjects (Jones and Carter, 2000; Cheng et al., 2003). Importantly, the use of faulty reference equations for field walking tests in healthy adults may result in errors related to the interpretation of the fitness level and the improvement in distance covered after interventions in patients with chronic diseases (Dourado et al., 2011).

Dyspnoea is a complex symptom that may signal a critical threat to homeostasis and consequently often leads to adaptive responses, decreased functional performance and impaired HRQoL (Parshall et al., 2012). In our study, we observed a trend towards a significant association only between the level of sensation of exertional dyspnoea according to the modified Borg Dyspnoea Scale and the 6MWD assessed using both the % predicted BMI and the % predicted Δ HR. Consistent with our findings, Zou et al. (2017) observed no clinically significant differences between Borg scores before and after the test. These weak correlations may be explained, at least partly, by the multidimensional aspects of dyspnoea and by differences between the sensory and emotional aspects of its perception. Curiously, Soares and Pereira (2011) observed that the modified Borg Dyspnoea Scale increased up to four points during the 6MWT in healthy subjects; however, that study did not evaluate the association between changes in the Borg scale and the 6MWD. The sensation of dyspnoea has several aspects that involve physiological, psychological, social and environmental factors, which result in a variable behavioural response (Parshall et al., 2012; Mendonca et al. 2014).

PFTs provide quantitative and reproducible results, allowing longitudinal evaluations and the prediction of morbidity and mortality (Miller et al., 2005). In our study, pulmonary function was significantly associated with the 6MWD. Thus, the ventilatory response seems to play a role in limiting the submaximal exercise capacity of healthy individuals. The results suggest that during exercise, individuals reach the maximum limit of the lung-chest system to promote the ventilation required for homeostasis of the external response. However, in maximal exercise tests with individuals without respiratory diseases, exercise limitation has been associated with the performance of the cardiovascular and peripheral systems, not with pulmonary function (Jones and Killian, 2000). Another finding that stands out in our study is the effect of IPA categorisation on pulmonary function, particularly on FVC. In contrast to our findings, Barboza et al. (2016) observed that physical inactivity assessed using the IPAQ and by triaxial accelerometry showed a somewhat inconsistent association with pulmonary function amongst smokers. However, longitudinal studies have shown that after the maximal growth phase, FVC remains unchanged until the beginning of the third decade of life, and the lack of FVC decline may reflect an increase in muscle and respiratory force, which indicates a relationship between physical activity and pulmonary function in healthy young individuals (Burrows et al., 1983; Robbins et al., 1995).

This study has some limitations that should be considered. First, the cross-sectional design precludes examining the temporal relationships between performance during the 6MWT and clinical outcomes. Second, the number of women was disproportionately higher than that of men; that is, factors specific to women may have affected our results. However, most of the variables were analysed based on predicted

values and thus corrected for gender, age, height and weight. Third, the present study involves only healthy young adults, and therefore, the application of our findings to older people requires further research. Fourth, screening for the perception of dyspnoea during exercise in asymptomatic and healthy individuals might be a way to identify the need for more careful medical follow-up (Ziegler et al., 2015); however, the most common diagnosis in this population appears to be that shortness of breath is appropriate and that subjects are reaching their physiological limit (Depiazzi and Everard, 2016). This may inadvertently lead to potentially unnecessary medical investigations and, consequently, increase healthcare costs. Despite these limitations, no previous studies have consistently assessed the association between the 6MWD and the IPAQ categories, degree of dyspnoea and pulmonary function in healthy young adults. Thus, this study may serve as a starting point for a better understanding of the effect of performance on this population beyond the anthropometric and demographic data. This may improve the early detection of underlying clinical abnormalities with the aim of preventing subsequent complications.

CONCLUSION

The present study shows that in healthy young adults, greater pulmonary function indicates a greater 6MWD. In these subjects, physical activity level based on the IPAQ categories apparently affects pulmonary function, particularly FVC. However, the IPAQ category and the degree of dyspnoea are poorly related to the 6MWD of these subjects.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Acknowledgements

The authors wish to thank the Brazilian Council for Scientific and Technological Development (CNPq – grant number: 304625/2016-7) and the Rio de Janeiro State Research Supporting Foundation (FAPERJ – grant number: E-26/010.002186/2015).

REFERENCES

- Ambrosino, N., 1999. Field tests in pulmonary disease. *Thorax* 54 (3), 191–193.
- ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories, 2002. ATS statement: guidelines for the six- minute walk test. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 166 (1), 111–117.
- Barboza, M.L., Barbosa, A.C., Spina, G.D., Sperandio, E.F., Arantes, R.L., Gagliardi, A.R., et al., 2016. Association between physical activity in daily life and pulmonary function in adult smokers. *J. Bras. Pneumol.* 42 (2): 130–133
- Bautmans, I., Lambert, M., Mets, T., 2004. The six-minute walk test in community dwelling elderly: influence of health status. *BMC Geriatr.* 4: 6.
- Borg, G.A., 1982. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14 (5): 377–381.
- Britto, R.R., Probst, V.S., de Andrade, A.F., Samora, G.A., Hernandez, N.A., Marinho, P.E., et al., 2013. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. *Braz. J. Phys. Ther.* 17 (6): 556–563.

- Burrows, B., Cline, M.G., Knudson, R.J., Taussig, L.M., Lebowitz, M.D., 1983. A descriptive analysis of the growth and decline of the FVC and FEV₁. *Chest* 83 (5): 717–724.
- Camargo, L.A., Pereira, C.A., 2010. Dyspnea in COPD: beyond the modified Medical Research Council scale. *J. Bras. Pneumol.* 36 (5): 571–578.
- .
- Casanova, C., Celli, B.R., Barria, P., Casas, A., Cote, C., de Torres, J.P., et al., 2011. The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries. *Eur. Respir. J.* 37 (1): 150–156.
- Cheng, Y.J., Macera, C.A., Addy, C.L., Sy, F.S., Wieland, D., Blair, S.N., 2003. Effects of physical activity on exercise tests and respiratory function. *Br. J. Sports Med.* 37 (6): 521–528.
- Coccia, C.B., Palkowski, G.H., Schweitzer, B., Motsohi, T., Ntusi, N.A., 2016. Dyspnoea: pathophysiology and a clinical approach. *S. Afr. Med. J.* 106 (1): 32–36.
- Craig, C.L., Marshall, A.L., Sjöström, M., Bauman, A.E., Booth, M.L., Ainsworth, B.E., et al., 2003. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35 (8): 1381–1395.
- Depiazzi, J., Everard, M.L., 2016. Dysfunctional breathing and reaching one's physiological limit as causes of exercise-induced dyspnoea. *Breathe (Sheff)* 12 (2): 120–129.
- Dourado, V.Z., Vidotto, M.C., Guerra, R.L., 2011. Reference equations for the performance of healthy adults on field walking tests. *J. Bras. Pneumol.* 37 (5): 607–614.

- Golpe, R., Pérez-de-Llano, L.A., Méndez-Marote, L., Veres-Racamonde, A., 2013. Prognostic value of walk distance, work, oxygen saturation, and dyspnea during 6-minute walk test in COPD patients. *Respir. Care*. 58 (8): 1329–1334.
- Hernandes, N.A., Teixeira, D.C., Probst, V.S., Brunetto, A.F., Ramos, E.M., et al., 2009. Profile of the level of physical activity in the daily lives of patients with COPD in Brazil. *J. Bras. Pneumol*. 35 (10): 949–956.
- Ho, S.C., Hsu, M.F., Kuo, H.P., Wang, J.Y., Chen, L.F., Lee, K.Y., et al., 2015. The relationship between anthropometric indicators and walking distance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int. J. Chron. Obstruct Pulmon. Dis*. 10: 1857–1862.
- Huang, W., Resch, S., Oliveira, R.K., Cockrill, B.A., Systrom, D.M., Waxman, A.B., 2017. Invasive cardiopulmonary exercise testing in the evaluation of unexplained dyspnea: Insights from a multidisciplinary dyspnea center. *Eur. J. Prev. Cardiol*. 24 (11): 1190–1199.
- Jones, A.M., Carter, H., 2000. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Med*. 29 (6): 373–386.
- Jones, N.L., Killian, K.J., 2000. Exercise limitation in health and disease. *N. Engl. J. Med*. 343 (9): 632–641.
- Lorenzo, S., Babb, T.G., 2012. Quantification of cardiorespiratory fitness in healthy nonobese and obese men and women. *Chest* 141 (4): 1031–1039.
- Matsudo, S., Araújo, T., Matsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., Oliveira, L.C., et al., 2001. International physical activity questionnaire (IPAQ): study of validity and reliability in Brazil. *Atividade Física & Saúde* 6 (2): 5–18.

- Mendonca, C.T., Schaeffer, M.R., Riley, P., Jensen, D., 2014. Physiological mechanisms of dyspnea during exercise with external thoracic restriction: role of increased neural respiratory drive. *J. Appl. Physiol.* 116 (5): 570–581.
- Miller, M.R., Hankinson, J., Brusasco, V, et al., 2005. Standardization of spirometry. *Eur. Respir. J.* 26 (2), 319–38.
- Morales-Blanhir, J.E., Palafox Vidal, C.D., Rosas Romero, M.J., García Castro. M.M., Londoño Villegas, A., Zamboni, M., 2011. Six-minute walk test: a valuable tool for assessing pulmonary impairment. *J. Bras. Pneumol.* 37 (1): 110–117.
- Neder, J.A., 2011. Six-minute walk test in chronic respiratory disease: easy to perform, not always easy to interpret. *J. Bras. Pneumol.* 37 (1): 1–3.
- Parshall, M.B., Schwartzstein, R.M., Adams, L., Banzett, R.B., Manning, H.L., Bourbeau, J., et al., 2012. An official American Thoracic Society statement: update on the mechanisms, assessment, and management of dyspnea. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 185 (4): 435–452.
- Pereira, C.A.C., Sato, T., Rodrigues, S.C., 2007. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J. Bras. Pneumol.* 33 (4), 397–406.
- Pimenta, S.P., Rocha, R.B., Baldi, B.G., Kawassaki, A.M., Kairalla, R.A., Carvalho, C.R., 2010. Desaturation - distance ratio: a new concept for a functional assessment of interstitial lung diseases. *Clinics (Sao Paulo)* 65 (9): 841–846.
- Redelmeier, D.A., Bayoumi, A.M., Goldstein, R.S., Guyatt, G.H., 1997. Interpreting small differences in functional status: the six-minute walk test in chronic lung disease patients. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 155 (4): 1278–1282.

- Reibis, R.K., Treszl, A., Wegscheider, K., Ehrlich, B., Dissmann, R., Völler, H., 2010. Exercise capacity is the most powerful predictor of 2-year mortality in patients with left ventricular systolic dysfunction. *Herz*. 35 (2): 104–110.
- Riess, K.J., Gourishankar, S., Oreopoulos, A., Jones, L.W., McGavock, J.M., Lewanczuk, R.Z., et al., 2006. Impaired arterial compliance and aerobic endurance in kidney transplant recipients. *Transplantation* 82 (7): 920–923.
- Robbins, D.R., Enright, P.L., Sherrill, D.L., 1995. Lung function development in young adults: is there a plateau phase? *Eur. Respir. J.* 8 (5): 768–772.
- Rodrigues, S.L., Viegas, C.A.S., 2002. Study of correlation between functional respiratory tests and the six-minute walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J. Pneumol.* 28 (6): 324–328.
- Rosa TEC, Benicio MHD, Latorre MRDO, Ramos LR. Fatores determinantes da capacidade funcional entre idosos. *Rev Saúde Pública* 2003; 37(1): 40-48.
- Soares, M.R., Pereira, C.A., 2011. Six-minute walk test: reference values for healthy adults in Brazil. *J. Bras. Pneumol.* 37 (5): 576–583.
- Warburton, D.E., Nicol, C.W., Bredin, S.S., 2006. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*. 174 (6): 801-9.
- Westerterp, K.R., 2013. Physical activity and physical activity induced energy expenditure in humans: measurement, determinants, and effects. *Front. Physiol.* 4: 90.
- Zenteno, D., Puppo, H., González, R., Kogan, R., 2007. Test de marcha de 6 minutos en pediatría. *Neumología Pediátrica* 2: 109–114.

- Ziegler, B., Fernandes, A.K., Sanches, P.R., Konzen, G.L., Dalcin, P.T., 2015. Variability of the perception of dyspnea in healthy subjects assessed through inspiratory resistive loading. *J. Bras. Pneumol.* 41 (2): 143–150.
- Zoorob, R.J., Campbell, J.S., 2003. Acute dyspnea in the office. *Am. Fam. Phys.* 68 (9): 1803–1810.
- Zou, H., Zhu, X., Zhang, J., Wang, Y., Wu, X., Liu, F., et al., 2017. Reference equations for the six-minute walk distance in the healthy Chinese population aged 18-59 years. *PLoS One* 12 (9): e0184669.

6.2. Artigo submetido à revista Respiratory Care

Full title: Predictive Models for the Six-Minute Walk Test Considering the Walking Course and Physical Activity Level

Running title: Six-minute walk test, course distance, and physical activity level

Full names of the authors, highest academic or professional degrees, and email address:

- Vívian P Almeida PhD¹ – vivipinto84@gmail.com (Contributions: literature search, data collection, study design, manuscript preparation, and review of manuscript)
- Arthur S Ferreira PhD¹ – arthur_sf@icloud.com (Contributions: data collection, analysis of data, and review of manuscript)
- Fernando S Guimarães PhD¹ – fguimaraes_pg@yahoo.com.br (Contributions: study design, analysis of data, manuscript preparation, and review of manuscript)
- Giannis Papathanasiou PhD^{2,3} – giannipap@yahoo.co.uk (Contributions: data collection, study design, manuscript preparation, and review of manuscript)
- Agnaldo J Lopes PhD^{1,4} – agnaldolopes.uerj@gmail.com (Contributions: literature search, data collection, study design, manuscript preparation, and review of manuscript)

Institutional affiliation and location:

1. Rehabilitation Sciences Post-graduate Program, Augusto Motta University Center (UNISUAM), Rio de Janeiro, Brazil

2. Department of Medical Imaging, Allergology and Physiotherapy, Faculty of Dental Medicine, Medical University of Plovdiv, Bulgaria
3. Department of Kinesitherapy, Faculty of Public Health, Medical University of Sofia, Bulgaria
4. Medical Sciences Post-graduate Program, School of Medical Sciences, State University of Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Brazil

Name and location of the institution where the study was performed: Rehabilitation Sciences Post-Graduate Program, Augusto Motta University Center (UNISUAM), Rio de Janeiro, Brazil

Sources of financial support: Brazilian Council for Scientific and Technological Development (CNPq), Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) and Rio de Janeiro State Research Supporting Foundation (FAPERJ).

Conflict-of-interest statement: None of the authors have any financial or personal relationship with other parties that shall bring into question the impartiality or accuracy of their work.

Correspondence: Agnaldo J Lopes. Rehabilitation Sciences Post-graduate Program, Augusto Motta University Center (UNISUAM), Praça das Nações, 34, Bonsucesso, 21041-010, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. Phone and fax: 55 21 21 2576 2030. E-mail: agnaldolopes.uerj@gmail.com

ABSTRACT

BACKGROUND: Over the last decades, space limitations in the clinical environment have forced health professionals to perform the six-minute walk test (6MWT) on a 20 m or even 10 m course. In this study, our objectives were to develop a reference equation for the 6MWT using the distance of the course as one of the reference equation variables and to verify the contribution of physical activity level (PAL) as a predictor of the six-minute walking distance (6MWD).

METHODS: This is a cross-sectional study including 215 healthy adults who undertook the 6MWT on 10, 20 and 30 m courses. The degree of dyspnea was evaluated through the Borg Dyspnea Scale (BDS), spirometry and the assessment of PAL using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ).

RESULTS: A nonlinear increase was observed between the means of the 6MWDs obtained in the three course lengths (591 ± 70 , 652 ± 79 and 678 ± 85 m for course lengths of 10, 20 and 30 m, respectively, with $P < .001$). The 6MWD positively correlated with the following variables: sex ($r = 0.20$), body height ($r = 0.30$), IPAQ stage ($r = 0.14$), Δ BDS ($r = 0.25$) and Δ heart rate (HR, $r = 0.23$), with $P < .001$ for all. In contrast, the 6MWD negatively correlated with the following variables: age ($r = -0.23$) and body mass index (BMI, $r = -0.18$), with $P < .001$ for both. The regression model with the highest coefficient of determination (adjusted $R^2 = 0.36$) included the following variables: sex, age, BMI, course length (CL), BDS, HR, and IPAQ. The final predicted equation is: **$778.1 + 46.2 \times (\text{gender}) - 42.5 \times [\ln(\text{age})] - 5 \times (\text{BMI}) + 0.10 \times (\text{CL}^2) + 8.43 \times (\text{BDS}) + 0.65 \times (\text{HR}) + 16.1 \times (\text{IPAQ})$** .

CONCLUSIONS: The length of the course strongly impacts the performance of the individual during the 6MWT. Furthermore, IPAQ-assessed PAL is an important independent predictor of 6MWD.

Keywords: walk test; exercise test; reference values; reliability.

Introduction

Over the last decades, there has been considerable progress in assessing the dynamics of cardiorespiratory and metabolic integration. A growing interest in the six-minute walk test (6MWT) has been driven primarily by its simplicity and noninvasive nature.¹ The 6MWT is a low-cost, easy-to-apply and reproducible test that assesses global conditions and integrates responses from cardiopulmonary systems, systemic and peripheral circulation, neuromuscular units and muscle metabolism, as well as functional capacity, although it does not provide information specific to each particular system.^{2,3} It is better tolerated by patients and more representative of activities of daily living (ADLs) compared to other walking tests.⁴ The 6MWT can be used for different purposes, mainly during the evaluation of patients with chronic heart disease and lung disease, the evaluation of medical interventions, and the evaluation of functional capacity. Moreover, it is a predictor of morbidity and mortality in many clinical conditions.⁵

The 6MWT is one of the most commonly used tests in clinical practice, having a well-defined guideline since 2002 that defines inclusion criteria, individual incentive modes, and parameters for interpretation.² Although the 6MWT is one of the most widely used submaximal tests of aerobic capacity in clinical practice, the course length (CL) for the test has become an issue in recent years.⁶⁻⁸ Reference equations for the 6MWT were

established on courses varying from 20 to 50 m.⁶⁻⁸ Because shorter courses involve more curves to cover the same distance, the six-minute walking distance (6MWD) may be affected by CL, primarily because of kinematic factors related to the participant's course during the test.^{7,8} A longer course requires subjects to spend less time reversing directions and, moreover, causes a learning effect with better coordination due to reaching the ideal length of the course and overcoming anxiety, which results in a greater 6MWD.^{8,9} According to the American Thoracic Society (ATS), courses should be 30 m in length.² However, space limitations in primary care facilities have increased in recent decades due to population growth and new trends in architecture and urbanism, forcing health professionals to perform the 6MWT on courses of 20 m, or even 10 m.

The interpretation of the 6MWT is broadened if the reference values are obtained by using equations that consider the anthropometric, demographic and/or physiological variables of a population. However, since the 6MWT began to be used in cardiopulmonary rehabilitation, it has been found that there is no single resting variable—whether biochemical, clinical or functional—that can accurately predict individual performance on the 6MWT.⁵ This observation is reinforced by the variety of predictors included in the various predictive equations for 6MWD for the general population and specific populations.¹⁰⁻¹⁴ These variables include gender, age, body mass, body height, body mass index (BMI), and heart rate (HR).¹⁵ However, most of the published predictive equations show a high variability in their predictive power, suggesting that other factors that are not typically considered in the test performance could play an important role in the distance covered, including the physical activity level (PAL) of the individual.¹⁶⁻²⁰

Many clinicians simply fail to use the 6MWT because they are unable to faithfully replicate the ATS guidelines in a primary care setting.⁶ In view of this, it is of great interest both in research and in clinical practice to find an equation that can standardize the test results on courses of less than 30 m. Thus, the primary objective of the present study was to determine a reference equation for the 6MWT using the distance of the course as one of the variables of the equation and, secondarily, to verify the contribution of the PAL in the prediction of 6MWD.

Methods

Subjects

This was a cross-sectional study conducted between March 2016 and April 2018 in which 255 healthy participants aged ≥ 18 years were evaluated. The study participants came from a convenience sample in the city of Rio de Janeiro, Brazil, which has a 2018 population estimate of 6,688,927 inhabitants, with a clear predominance of women in the age group ≥ 18 years (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama>, accessed September 18, 2018). The individuals were recruited from among the employees of the Federal University of the State of Rio de Janeiro and from among residents of a surrounding community. All participants selected for the study were healthy and able to walk and did not need any type of walking aid. The following exclusion criteria were used: any problem in walking or requiring the use of walking aids; history of cardiorespiratory, metabolic, neurological or musculoskeletal disease; history of cardiac or thoracic surgery; have smoked more than 10 pack-years; resting HR > 120 bpm; resting systolic blood pressure ≥ 180 mmHg or resting diastolic blood pressure > 100

mmHg; use of medications that could affect muscle function, such as statins; BMI < 18 kg/m² or above 40 kg/m²; report of respiratory or cold symptoms in the last three weeks; and those considered "very active" by the short form of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ).^{6,15,21}

The project was approved by the Research Ethics Committee of the Augusto Motta University Center under number CAAE-52689716.5.0000.5235, and all participants signed a consent form. The entire protocol followed the recommendations for research on humans according to the Helsinki Declaration.

Anthropometry

Weight and height were measured by standard techniques, with participants wearing light clothing and being barefoot. Weight was measured to the nearest 0.1 kg on a calibrated balance, and height was measured to the nearest 0.1 cm on a stadiometer. BMI was calculated as weight in kilograms divided by height in meters squared (kg/m²).

Physical activity level

The PAL in daily life was evaluated by the IPAQ short form, which evaluates the total energy expenditure in metabolic equivalent task (MET) and the time spent on daily activities.²¹ These activities were divided into different intensities (vigorous, moderate, and light) for five domains: work; means of transport; household chores; recreation, sports, exercise and leisure activities; and time spent sitting. All physical activities performed in minutes per week, estimated in METs/min, were added to provide the total physical activity score.²¹ Participants were instructed to answer the questions based on

the week prior to the IPAQ application date. According to the IPAQ, participants were categorized as sedentary (code = 0), irregularly active (code = 1), active (code = 2), or very active (code = 3).²¹

Spirometry

Spirometry was performed on the same day as the 6MWT using a Spirometer Pony FX (Cosmed Ltd., Italy) after a rest of 10 minutes. The criteria of acceptance and reproducibility for spirometry followed the recommendations of the American Thoracic Society.²² The values found were described as absolute values and as a percentage of the predicted values for the Brazilian population.²³ The following variables were analyzed: forced expiratory volume in one second (FEV₁), forced vital capacity (FVC), and the FEV₁/FVC ratio.

Six-minute walk test

The 6MWTs were carried out along a straight, long, and flat course marked every 3 m, with the delimitation of the circuit indicated by signaling cones. Each participant performed three tests on the 10, 20 and 30 m courses, and the order for the tests on the different CLs was randomized. The participants were familiar with the procedure, and during the 6MWT, encouragement phrases were used every minute; there was a minimum rest interval of 30 minutes between the tests.² Participants were instructed to discontinue the test if they felt dizzy or had leg cramps, chest pain, or intolerable dyspnea.⁹ Oxygen saturation (SpO₂) was measured at the beginning and end of the test using a portable oximeter (Nonin Medical, Inc., Plymouth, MN, USA). The HR was

measured before and after the 6MWT and the difference between these measurements was calculated (Δ HR). The Borg Dyspnea Scale (BDS) was applied at baseline and at 6 minutes of the 6MWT using a range from 0 (nothing at all) to 10 (extremely severe). Prior to BDS application, the examiner explained what the points meant. Subsequently, the difference in BDS between baseline and at six minutes (Δ BDS (0'-6')) was calculated.

Statistical analysis

The data analysis was performed using JASP software 0.9.0.1 (Amsterdam, The Netherlands). An initial analysis was performed to verify the normality of the variables. For this, the Kolmogorov-Smirnov test was used together with a graphical analysis of the histograms. This revealed a Gaussian distribution of the data for all variables except age, which followed a non-normal distribution in accordance with the distribution of the population of the city of Rio de Janeiro (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama>, accessed September 18, 2018). For the age variable, a natural logarithmic transformation [$\ln$ (Age)] was applied to allow the use of parametric tests. ANOVA followed by the Bonferroni post hoc test was used in the comparison of the three course distances (10, 20 and 30 m).

The Pearson correlation coefficient (r) was used to evaluate the association of 6MWD, Δ BDS, Δ HR, and Δ SpO₂ with the following variables: age, body mass, body height, BMI, IPAQ stage, Δ BDS, Δ HR and Δ SpO₂. All variables (except Δ SpO₂) had

correlations with 6MWD of $P < .10$ and thus were used in the multivariate regression analysis.

Regression models were constructed from a basic model (null) considering the association between the 6MWD and the other variables, including gender, age, BMI and CL. The models were analyzed for the coefficients and their respective 95% confidence intervals, coefficients of determination (R^2) adjusted for the number of independent variables, and statistical significance at $P < .05$. Calibration was verified using the calibration plot (measured vs. predicted outcomes), along with regression lines showing the slope and intercept and the limits of agreement (LoA) plot for each of the proposed models.²⁴

Results

Sample characteristics

The general characteristics, pulmonary function parameters, and 6MWT results are shown in Table 1. Of the 255 participants initially recruited for the study, 40 were excluded (Fig. 1). Thus, the sample included 215 healthy participants, with a mean age of 34.2 ± 11.5 years and a mean BMI of 24.8 ± 3.67 kg/m², of which 41.9% were men. In this sample, 27%, 36.7% and 36.3% of the participants were considered to be sedentary, irregularly active, and active, respectively, in terms of PAL as assessed through the IPAQ. All participants had spirometric data within the normal range.

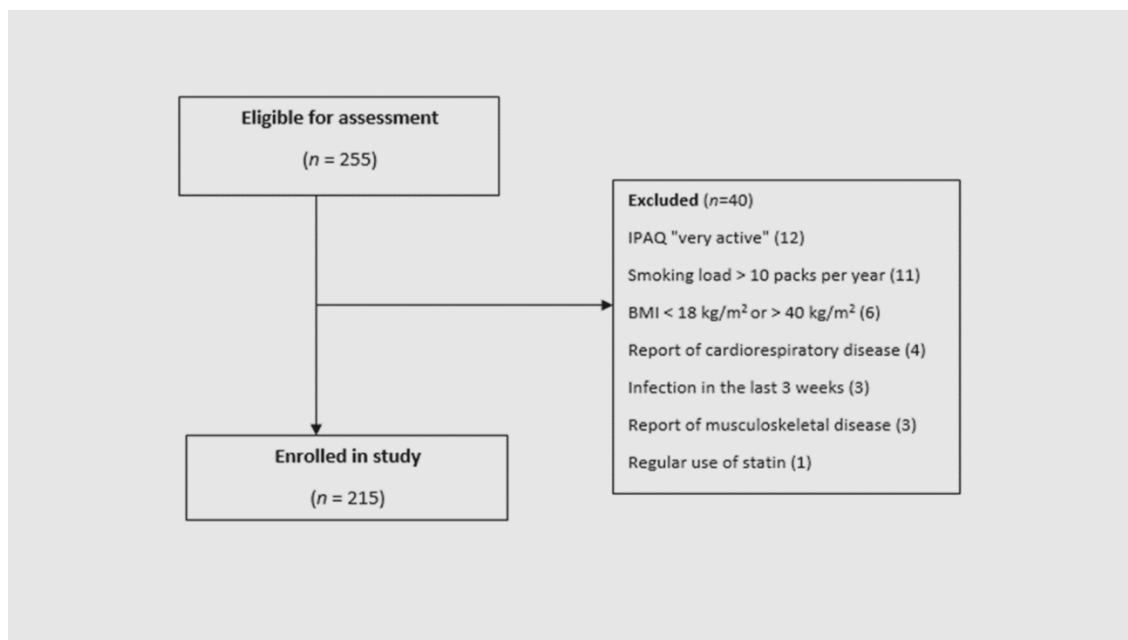


Fig. 1. Flow chart showing the stages of the recruitment process.

Table 1. General Characteristics, Pulmonary Function Parameters, and Six-Minute Walk Test Results

Variable	Participants, <i>n</i> = 215
Demographic data	
Male sex, %	90 (41.9)
Age, years	34.2 ± 11.5
Body mass, kg	70.9 ± 13.9
Body height, m	1.69 ± 0.09
BMI, kg/m ²	24.8 ± 3.67
IPAQ stages	
Sedentary, %	58 (27)
Not regular active, %	79 (36.7)
Active, %	78 (36.3)
Spirometry	
FVC, L	3.28 ± 0.71
FVC, % predicted	100.5 ± 14.6
FEV ₁ , L	3.83 ± 0.89
FEV ₁ , % predicted	105.9 ± 16.6
FEV ₁ /FVC, %	84.1 ± 10.2
Six-min walk test	
6MWD on the 10 m corridor, m	591 ± 70
6MWD on the 20 m corridor, m	652 ± 79
6MWD on the 30 m corridor, m	678 ± 85
Δ BDS (0'–6')	3.50 ± 1.91
Δ HR, bpm	34 ± 22
Δ SpO ₂ , %	-0.02 ± 2.45

Data are given as mean ± SD or number (%).

BMI = body mass index; IPAQ = international physical activity questionnaire

FVC = forced vital capacity; FEV₁ = forced expiratory volume in one second

6MWD = 6-min walking distance; BDS = Borg Dyspnea Scale; HR = heart rate

SpO₂ = oxygen saturation

Test performance

Regarding the 6MWT data, a nonlinear increase was observed between the means of the 6MWDs obtained in the three CLs studied (591 ± 70 , 652 ± 79 and 678 ± 85 m for CLs of 10, 20 and 30 m, respectively; Table 1). In the comparison of the deltas between the average of distances of 10 m and 20 m (61.4 m), 10 m and 30 m (87 m), and 20 m and 30 m (25.6 m), we observed significant differences ($P < .001$ for all) when these deltas were compared (Fig. 2).

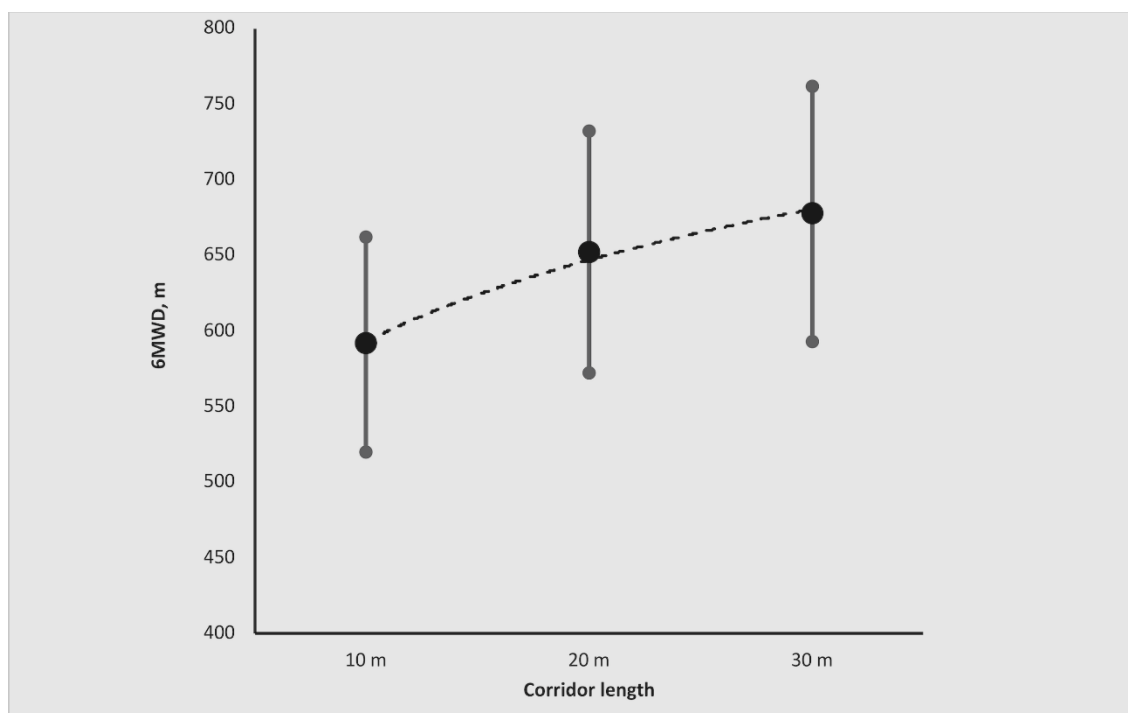


Fig. 2. Changes in 6-min walking distance (6MWD) according to corridor lengths of 10, 20 and 30 meters.

Regression diagnosis

Table 2 shows the correlations between clinical data and the measurements obtained during the 6MWT. 6MWD correlated positively with the following variables: body height ($r = 0.30$), Δ BDS ($r = 0.25$), Δ HR ($r = 0.23$), sex ($r = 0.20$), and IPAQ stage ($r = 0.14$), with $P < .001$ for all. In contrast, 6MWD correlated negatively with the variables ln (Age) ($r = -0.23$) and BMI ($r = -0.18$), with $P < .001$ for both.

Table 2. Pearson's Correlation Coefficients between the Clinical Data and the Six-Minute Walk Test Results

Variables	6MWD	Δ BDS	Δ HR	Δ SpO ₂
Body height	0.30[†]	0.06	0.03	-0.02
Δ BDS	0.25[†]	-	0.15	0.04
ln (Age)	-0.23[†]	-0.17[†]	-0.12[*]	0.03
Δ HR	0.23[†]	0.15[†]	-	0.02
Sex	0.20[†]	-0.05	0.02	-0.04
BMI	-0.18[†]	-0.04	-0.05	0.01
IPAQ stages	0.14[†]	-0.06	-0.03	0.03
Body mass	0.03	0.01	-0.03	-0.01
Δ SpO ₂	0.05	0.04	0.02	-

The values in bold refer to significant differences.

* $P < .05$

† $P < .001$

6MWD = six-minute walking distance; BDS = Borg Dyspnea Scale; HR = heart rate; SpO₂ = oxygen saturation

ln = natural logarithm; BMI = body mass index; IPAQ = international physical activity questionnaire.

Prediction model and its overall performance

Table 3 shows the various regression models analyzed for the creation of the reference equation (final model). The overall performance of the null model (including sex, age, BMI, and CL²; adjusted R² value: 0.27) was significantly improved with the inclusion of IPAQ, HR, or BDS (adjusted R² values of 0.29, 0.31, 0.31, respectively; all $P < .001$). Further inclusion of pairs of those variables also significantly improved the overall performance over the null model (adjusted R² values ranging from 0.32 to 0.33; all $P < .001$). Lastly, the final model, including sex, age, BMI, CL², BDS, HR and IPAQ, showed a higher goodness-of-fit and prediction performance (adjusted R² value: 0.36; root mean squared error: 69.5 m).

Table 3. Linear Regression Models According to the Variables that Correlated with the 6-min Walking Distance

Variables	R	R ²	Adjusted R ²	Unstandardized β (CI 95%)	t	F	P-value	RMSE (m)
Null model	0.53	0.23	0.27			62		73.7
Intercept				910.1 (835.6–984.7)	24		<.001	
Sex				50.6 (38.1–63.1)	7.94		<.001	
ln(Age)				-60.7 (-80.9--40.5)	-5.91		<.001	
BMI				-5.08 (-6.73--3.43)	-6.04		<.001	
CL ²				0.10 (0.08–0.12)	11.5		<.001	
#1 (IPAQ)	0.54	0.29	0.29			53.4		72.9
Intercept				890.6 (816.1–965.1)	23.5		<.001	
Sex				48 (35.5–60.4)	7.55		<.001	
ln(Age)				-58.4 (-78.4--38.4)	-5.72		<.001	
BMI				-5.20 (-6.83--3.56)	-6.23		<.001	
CL ²				0.10 (0.08–0.12)	11.7		<.001	
IPAQ				13.8 (6.56–21)	3.74		<.001	
#2 (HR)	0.56	0.31	0.31			58		72
Intercept				859.5 (784.5–934.6)	22.5		<.001	
Sex				48.8 (36.6–61.1)	7.83		<.001	
ln(Age)				-55.5 (-75.3--35.6)	-5.49		<.001	
BMI				-4.74 (-6.36--3.12)	-5.74		<.001	
CL ²				0.10 (0.08–0.12)	11.8		<.001	
HR				0.72 (0.46–0.98)	5.54		<.001	

#3 (BDS)	0.56	0.32	0.31			59.3		71.8
Intercept				842.7 (766.7–918.7)	21.8	<.001		
Sex				50.9 (38.7–63.1)	9	<.001		
ln(Age)				-49.4 (-69.4--29.3)	-4.84	<.001		
BMI				-5.18 (-6.79--3.57)	-6.32	<.001		
CL ²				0.10 (0.08–0.11)	11.49	<.001		
BDS				8.95 (5.98–11.9)	5.93	<.001		
#4 (HR, IPAQ)	0.57	0.33	0.32			52.3		71.2
Intercept				837.1 (762.1–912)	21.9	<.001		
Sex				46 (33.8–58.1)	7.41	<.001		
ln(Age)				-52.8 (-72.4--33.1)	-5.28	<.001		
BMI				-4.85 (-6.45--3.25)	-5.95	<.001		
CL ²				0.10 (0.08–0.12)	12	<.001		
HR				0.74 (0.49–0.10)	5.78	<.001		
IPAQ				14.7 (7.66–21.8)	4.09	<.001		
#5 (BDS, IPAQ)	0.58	0.34	0.33			53.8		70.8
Intercept				817.3 (741.5–893.1)	21.1	<.001		
Sex				48 (35.9–60.1)	7.78	<.001		
ln(Age)				-46.1 (-65.9--26.3)	-4.57	<.001		
BMI				-5.32 (-6.91--3.73)	-6.57	<.001		
CL ²				0.10 (0.08–0.11)	11.6	<.001		
BDS				9.41 (6.48–12.3)	6.31	<.001		
IPAQ				15.5 (8.40–22.5)	4.30	<.001		

#6 (BDS, HR)	0.58	0.34	0.33			55.2		70.5
Intercept				805.8 (729.7–881.9)	20.8		<.001	
Sex				49.3 (37.3–61.3)	8.07		<.001	
ln(Age)				-46 (-65.7--26.2)	-4.57		<.001	
BMI				-4.87 (-6.46--3.28)	-6.03		<.001	
CL ²				0.10 (0.08–0.12)	11.7		<.001	
BDS				7.98 (5.04–10.9)	5.33		<.001	
HR				0.63 (0.38–0.88)	4.90		<.001	
#7 (BDS, HR, IPAQ)	0.60	0.36	0.36			51.7		69.5
Intercept				778.1 (702.2– 854)	20.1		<.001	
Sex				46.2 (34.3–58.1)	7.63		<.001	
ln(Age)				-42.5 (-62--23)	-4.28		<.001	
BMI				-5 (-6.57--3.44)	-6.28		<.001	
CL ²				0.10 (0.08–0.11)	11.9		<.001	
BDS				8.43 (5.54–11.3)	5.71		<.001	
HR				0.65 (0.40–0.90)	5.13		<.001	
IPAQ				16.1 (9.17–23)	4.57		<.001	

R = regression coefficient; R² = determination coefficient; RMSE = root-mean-square error; ln = natural logarithm

BMI = body mass index; CL = corridor length; IPAQ = international physical activity questionnaire; HR = heart rate

BDS = Borg Dyspnea Scale

Figure 3 shows the regression plot for the final tested model. Regarding calibration, differences occurred within the LoA, with a random distribution over the mean in the final model for 6MWD (Fig. 4). For the 6MWT data, the bias [CI_{95%}] was -0.3 m [-5.6; 5.1], with a SD of ± 69.1 m. The respective lower and upper LoAs [CI_{95%}] were -135.7 m [-144.9; -126.4] and 135.1 m [125.9; 144.4]. Only 1 (3%) participant was situated outside the LoA.

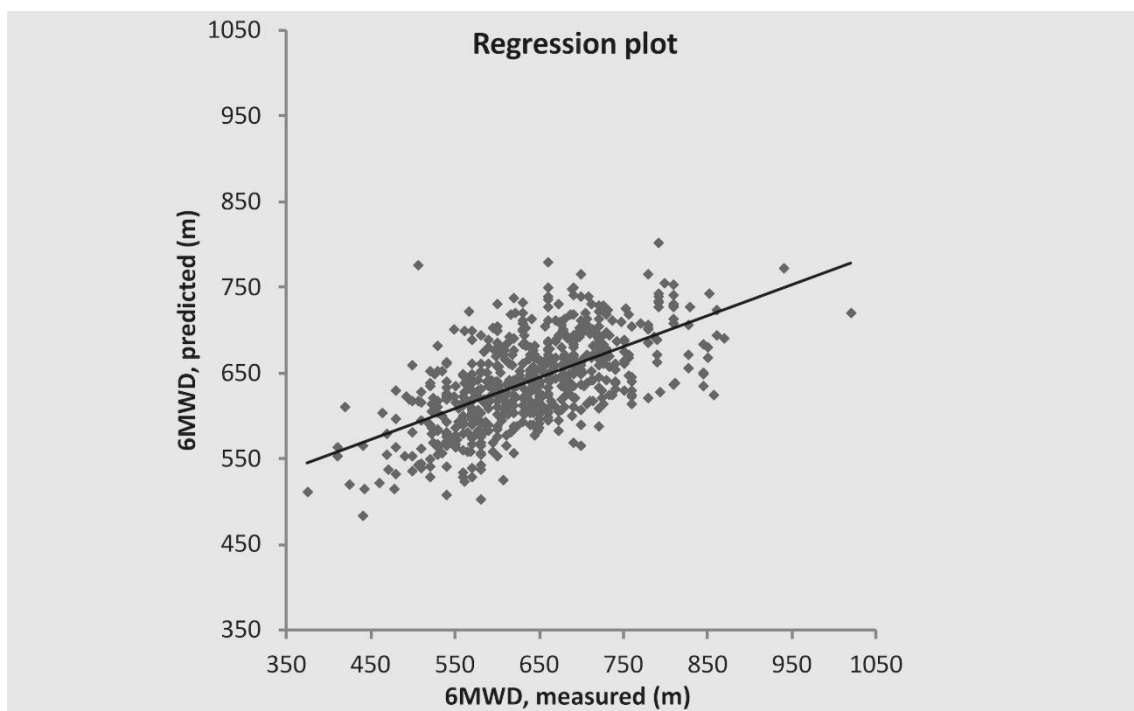


Fig. 3. Regression plot of the 6-min walking distance (6MWD) model (measured vs. predicted).

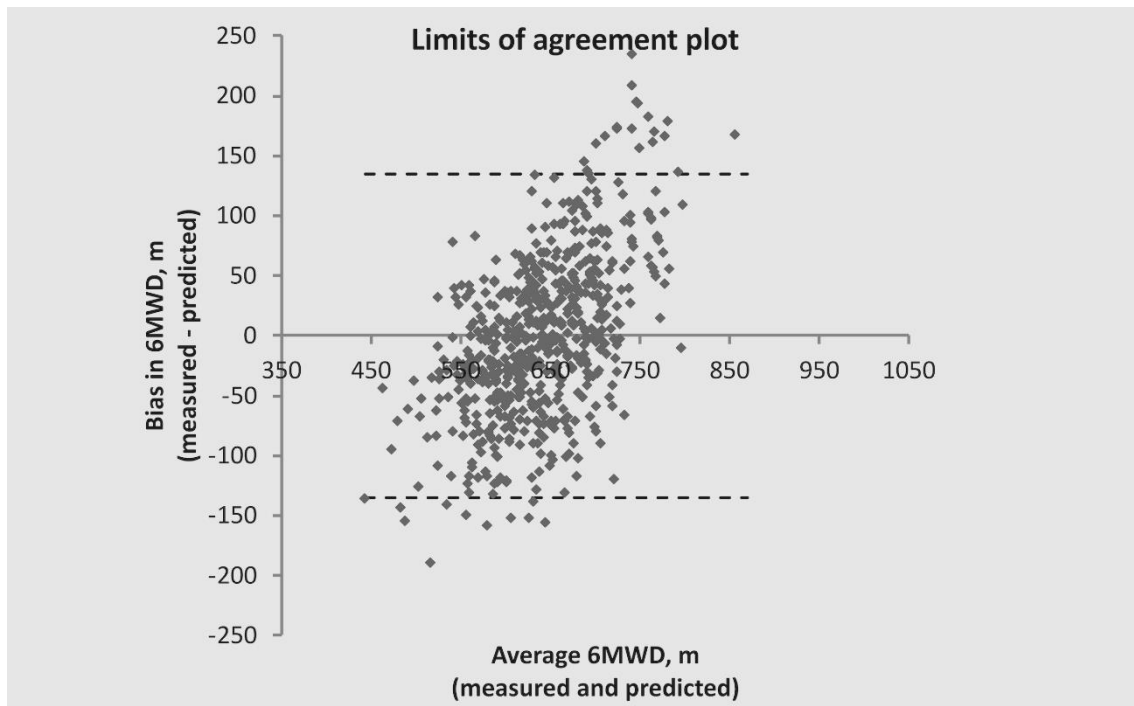


Fig. 4. Limits of agreement plots of the averaged values and the differences (measured -predicted values) of the 6-min walking distance (6MWD) model.

Discussion

This is the first study that incorporates CL in the prediction of 6MWD, which allows the use of an equation for different course sizes. From a practical point of view, this finding is of great value in the face of the growing scarcity of testing space around the world. Although the ATS² recommends a 30 m walking distance, different lengths, including 100 feet, 15 m, 18 m and 50 m, have been used^{20,25-28}; however, these studies did not consider including different CLs into a single prediction equation. Notably, our study incorporates PAL into the prediction of 6MWD using the IPAQ, which is an easily available and applicable questionnaire. The use of PAL to predict 6MWD addresses the diversity of

people's lifestyles in the contemporary world, making performance comparisons in the 6MWT inadvisable without regard to whether the person is physically sedentary or active.

The 6MWT is one of several modalities available for objective assessment of the functional capacity to exercise. It is a test that is well tolerated by people and is similar to normal ADLs because these are performed at submaximal effort levels.^{27,28} The integrated evaluation of metabolic, ventilatory, and cardiovascular responses during the 6MWT plays an important role in the diagnosis and prognosis not only of cardiopulmonary diseases but also of several systemic disorders.² The planned distances differ by up to 30% among the various published reference equations for the 6MWT.^{2,10-14,29,30} In Brazil, healthy individuals over 40 years of age walk greater distances when compared to individuals from the United States and Europe. The reason for this finding could be due to greater physical demands that are present in the daily life of residents of countries with lower socioeconomic conditions.¹⁹ In fact, Casanova et al¹⁹ showed that the highest 6MWD was reached by Brazilians, with a mean of 638 ± 95 m, which is slightly lower than that observed in our study. Notably, unlike these authors, we included young adults in our study, which explains, at least in part, the higher 6MWD mean noted in our study in the 30 m course.

A recent meta-analysis showed that in 24 of 25 studies evaluating the 6MWT, the test was performed along a straight course ranging from 15-82.3 m.¹² However, as shown by our results, the length of the course strongly influences the performance of an individual in the 6MWT, and the results of the test performed on a 10, 20 or 30 m path are not interchangeable. This may invalidate

the use of reference equations with 6MWT results that were obtained on CLs different from that used to generate the reference equations. Indeed, Beekman et al⁶ observed that the 6MWT results from a 10 m course were 49.5 m shorter than results from a 30 m course in chronic obstructive pulmonary disease (COPD) patients. Using existing reference equations for the 6MWT over a 10 m course, these researchers showed that the predicted distance was highly overestimated (ranging from 30-33%), and the mean distance as a percentage of predicted value was 8% lower compared to a 6MWT obtained on a 30 m course, resulting in a worse representation of functional capacity. These findings are in line with our results, which showed a lack of linearity in the growth between the distances traveled in the 10, 20 and 30 m courses.

Our study showed a mean 6MWD of 591 ± 70 , 652 ± 79 and 678 ± 85 m for courses of 10, 20 and 30 m, respectively. In agreement with our findings, Ng et al²⁷ observed that the highest 6MWD (384 ± 52 , 425 ± 52 and 443 ± 55 m for 10, 20 and 30 m, respectively) and the smallest number of turns (38 ± 5 , 21 ± 3 and 14 ± 2 turns for 10, 20 and 30 m, respectively) were recorded in the 30 m course when they assessed people aged ≥ 50 years. Interestingly, Enright et al³¹ have suggested that the lower 6MWD achieved on a 10 m course can be explained, at least in part, by the increase in the number of laps involved in a shorter walking path. Thus, it is speculated that more effort and time are required for the individual to make turns on a shorter course.²⁷ A longer course allows more space for acceleration and a higher maximum speed if the individual is capable. In a clinical study with 34 older adults, Macfarlane and Looney³² showed that a distance of 2.2 to 3.2 m was required to accelerate from rest to a constant

walking speed, while a distance of 1.8 to 1.9 m was required to decelerate from a constant speed to rest. In addition to these physical considerations, the length of the walkway may affect the chosen walking strategy, which would influence the individual's self-selected walking pace.²⁷ Indeed, Najafi³³ showed that older people opt for a faster gait strategy in courses > 20 m in length but a slower gait strategy in courses of < 10 m.

In a study based on gait kinematics to evaluate the validity of the 6MWT in a 10 m course in elderly persons, Saraiva et al⁸ observed that the distance measured by the evaluator was significantly lower than that calculated using kinematic evaluation ($P = .012$ and $P = .017$, respectively) and that the distance measured by the kinematic analysis was also smaller than predicted ($P = .025$). Moreover, most of the participants showed a negative trend for the average speed as a function of each half-turn in the course. The body acceleration was maximal shortly after departure from the proximal cone, with the body accelerating up through 3/4 of the half-turn, at which point the body speed was fastest, with a sudden deceleration very close to the end of the half-turn. Clinically, these observations also suggest that the 6MWD may not be comparable if obtained from tests with different CLs, because a longer course may allow even greater body acceleration.

Most studies that have developed reference equations for the 6MWT excluded elite athletes, but did not objectively measure individual PALs.²⁸ However, there has been increasing interest in the detection of low aerobic capacity and peripheral endothelial dysfunction, which are strongly associated with a sedentary life.³⁴ In the present study, the PAL in daily life assessed by

IPAQ was positively correlated with the 6MWD and remained as its independent predictor in the complete model. In line with our findings, Zou et al⁹, evaluating 643 healthy Chinese persons aged 18-59 years through the physical activity criteria proposed by the American College of Sports Medicine (ACSM)³⁵, noted that the 6MWD was significantly different among physically active and sedentary individuals. However, counterintuitively, these investigators only included age and height as predictors of 6MWD in their equations. In another study with 355 Chinese persons between 18-30 years, also using the ACSM criteria, Zou et al³⁶ observed a greater 6MWD in active subjects compared to non-active subjects. Physical exercise has a positive correlation with muscle strength.³⁷ On the other hand, a sedentary lifestyle usually alters muscle metabolism, muscle mass, and physical capacity, which could explain why the 6MWD traveled by sedentary subjects was significantly lower than the 6MWD traveled by physically active subjects in our study.^{36,37}

During exercise, the amount of blood pumped by the heart increases to respond to skeletal muscle demand. Once the exercise begins, the sympathetic nervous system releases norepinephrine and epinephrine, which stimulate the receptors in the heart and cause the HR to increase.²⁷ This explains the positive correlation we observed between HR and 6MWD. In line with our results, Britto et al¹⁵ published the first Brazilian multicenter study to construct a reference equation, presenting the variability of HR in their regression analysis. More recently, Oliveira et al²⁸ also observed that the variability of HR strongly influences 6MWD and, interestingly, they found that 6MWD increased by 0.89 m per beat per minute. Zou et al³⁶ observed that height and the difference in HR

before and after the 6MWT were the most significant predictors of 6MWD, and the regression equations accounted for approximately 38% and 31% of the variance in the distance for women and men, respectively. However, HR has been criticized because it is not always an adequate predictor for 6MWD due to submaximal cardiac performance, a wide range of standardized HR measurements, and the use of β -adrenergic blocking agents or calcium channel blockers that may influence its measurement.¹⁵

In addition to the length of the course, our final model to explain 6MWD included sex, age, BMI, BDS, HR and IPAQ, showing an adjusted R^2 of 0.36 (Table 3). Consistent with these findings, a recent meta-analysis showed that the two variables most frequently included in 43 reference equations were age (98%) and gender (91%), and that R^2 values ranged from 0.04 to 0.78, with a median of 0.46.¹² The inclusion of BMI clearly strengthens the equation because six-minute walk work (6MWW) is the product of 6MWD and body mass, and 6MWW increases with obesity. Thus, obese people travel shorter distances because changes in weight can strongly affect the need for energy and, therefore, the amount of work performed.²⁸ Interestingly, one study showed that 6MWD decreased by 4 m per unit of BMI.²⁸ Another important variable in our model is the BDS because the physical sensation that a person experiences during physical activity can be easily measured by the perceived rate of exertion.²⁷ Furthermore, nearly 50% of the individuals increased their dyspnea score by at least 1 unit during the 6MWT.¹⁹

In our final model, the inclusion of IPAQ and HR is notable. In agreement with other studies, inclusion of the difference in HR before and after the test in

our regression model may have occurred because this measure represents the level of effort expended by the individual to perform the test.³⁶ One limitation of HR in regression models is the fact that individuals in whom a high HR is detected after a 6MWT may represent physically less fit participants.⁹ However, PAL was included in our regression model and did not show collinearity with the difference in HR before and after the 6MWT. Interestingly, Machado et al³⁸, in a study comparing five equations for 6MWD in a population of COPD patients, observed that the equations varied considerably in the classification of patients as having reduced or preserved functional capacity. Thus, we hypothesize that the lack of inclusion of the PAL in these equations can partly explain the discrepancies between the results.

A critical analysis of the results and their limitations is relevant. First, the average age of our participants was relatively low, which is explained by the difficulty of recruiting healthy elderly people, which has also been observed in several other studies. However, the distribution of our sample (data not shown) is similar to the distribution of the population of the city of Rio de Janeiro, where the study was conducted. Second, the learning effect may have negatively impacted our results because each participant had to perform the test three times. However, randomization of the test sequences and the inclusion of rest periods of 30 minutes between trials were implemented to help reduce the learning effect. Furthermore, the order in which the participants performed the three courses of the 6MWT did not systematically affect the results due to the randomized double-crossover design and because all participants performed all the tests at the three distances.

In conclusion, the present study shows that CLs of 10, 20 and 30 m strongly impact individual performance during the 6MWT, and thus, the incorporation of this variable in the prediction equation may allow the execution of the test in restricted spaces. Additionally, IPAQ-assessed PAL is an independent predictor of 6MWD. The presented equation solves a practical problem and applies to individuals in various health contexts. Although this study was performed with healthy subjects, these findings may have implications for the performance of the 6MWT in a variety of chronic diseases and in clinical situations of cardiopulmonary and neurological rehabilitation. Further studies are needed to validate the proposed equation in different patient populations.

Acknowledgements

The authors wish to thank the Brazilian Council for Scientific and Technological Development (CNPq), Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), and Rio de Janeiro State Research Supporting Foundation (FAPERJ).

References

1. Di Thommazo-Luporini L, Carvalho LP, Luporini RL, Trimer R, Pantoni CB, Martinez AF, et al. Are cardiovascular and metabolic responses to field walking tests interchangeable and obesity-dependent? *Disabil Rehabil* 2016;38(18):1820-1829.

2. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(1):111-117.
3. Papathanasiou JV¹, Ilieva E, Marinov B. Six-minute walk test: an effective and necessary tool in modern cardiac rehabilitation. *Hellenic J Cardiol*. 2013;54(2):126-130.
4. Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest* 2001;119(1):256-270.
5. Bittner V, Weiner DH, Yusuf S, Rogers WJ, McIntyre KM, Bangdiwala SI, et al. Prediction of mortality and morbidity with a 6-minute walk test in patients with left ventricular dysfunction. *JAMA* 1993;270(14):1702-1707.
6. Beekman E, Mesters I, Hendriks EJ, Klaassen MP, Gosselink R, van Schayck OC, et al. Course length of 30 metres versus 10 metres has a significant influence on six-minute walk distance in patients with COPD: an experimental crossover study. *J Physiother* 2013;59(3):169-176.
7. Beekman E, Mesters I, Gosselink R, Klaassen MP, Hendriks EJ, Van Schayck OC, et al. The first reference equations for the 6-minute walk distance over a 10 m course. *Thorax* 2014;69(9):867-868.
8. Saraiva NAO, Guimarães FS, Lopes AJ, Papathanasiou J, Ferreira AS. Feasibility of whole-body gait kinematics to assess the validity of the six-minute walk test over a 10-m walkway in the elderly. *Biomed Signal Process Control* 2018;42:202-209.

9. Zou H, Zhu X, Zhang J, Wang Y, Wu X, Liu F, et al. Reference equations for the six-minute walk distance in the healthy Chinese population aged 18-59 years. *PLoS One* 2017a;12(9):e0184669.
10. Andrianopoulos V, Holland AE, Singh SJ, Franssen FM, Pennings HJ, Michels AJ, et al. Six-minute walk distance in patients with chronic obstructive pulmonary disease: which reference equations should we use? *Chron Respir Dis* 2015;12(2):111-119.
11. Bellet RN, Adams L, Morris NR. The 6-minute walk test in outpatient cardiac rehabilitation: validity, reliability and responsiveness: a systematic review. *Physiotherapy* 2012;98(4):277-286.
12. Salbach NM, O'Brien KK, Brooks D, Irvin E, Martino R, Takhar P, et al. Reference values for standardized tests of walking speed and distance: a systematic review. *Gait Posture* 2015;41(2):341-360.
13. Bohannon R. Six-minute walk test: a meta-analysis of data from apparently healthy elders. *Top Geriatr Rehabil* 2007;23(2):155-160.
14. Marques NLXR, de Sá Ferreira A, da Silva DPG, de Menezes SLS, Guimarães FS, Dias CM. Performance of national and foreign models for predicting the 6-minute walk distance for assessment of functional exercise capacity of Brazilian elderly women. *Top Geriatr Rehabil* 2017;33(1):68-75.
15. Britto RR, Probst VS, de Andrade AF, Samora GA, Hernandez NA, Marinho PE, et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. *Braz J Phys Ther* 2013;17(6):556-563.

16. Camarri B, Eastwood PR, Cecins NM, Thompson PJ, Jenkins S.. Six minute walk test distance in healthy subjects aged 55–75 years. *Respir Med* 2006;100(4):658-665.
17. Dourado VZ, Vidotto MC, Guerra RL. Reference equations for the performance of healthy adults on field walking tests. *J Bras Pneumol* 2011;37(5):607-614.
18. Soares MR, Pereira CA. Six-minute walk test: reference values for healthy adults in Brazil. *J Bras Pneumol* 2011;37(5):576-583.
19. Casanova C, Celli BR, Barria P, Casas A, Cote C, de Torres JP, et al. The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries. *Eur Respir J* 2011;37(1):150-156.
20. Ramos RA, Guimarães FS, Dionyssiotis Y, Tsekoura D, Papathanasiou J, Ferreira AS. Development of a multivariate model of the six-minute walked distance to predict functional exercise capacity in hypertension. *J Bodyw Mov Ther* 2018. [Epub ahead of print]
21. Craig CL, Marshall AL, Sjöström 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):1381-1395.
22. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardization of spirometry. *Eur Respir J* 2005;26(2):319-338.
23. Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J. Bras. Pneumol* 2007;33(4):397-406.

24. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Int J Nurs Stud* 2010;47:931-936.
25. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *Eur Respir J* 1999;14(2):270-274.
26. Kervio G, Carre F, Ville NS. Reliability and intensity of the six-minute walk test in healthy elderly subjects. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(1):169-174.
27. Ng SS, Yu PC, To FP, Chung JS, Cheung TH. Effect of walkway length and turning direction on the distance covered in the 6-minute walk test among adults over 50 years of age: a cross-sectional study. *Physiotherapy* 2013;99(1):63-70.
28. Oliveira MJ, Marçôa R, Moutinho J, Oliveira P, Ladeira I, Lima R, et al. Reference equations for the 6-minute walk distance in healthy Portuguese subjects 18-70 years old. *Pulmonology* 2018. [Epub ahead of print]
29. Enright PL. The six-minute walk test. *Respir Care* 2003;48(8):783-785.
30. Pereira S, Mody SH, Woodman RC, Studenski SA. Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc* 2006;54(5):743-749.
31. Enright PL, McBurnie MA, Bittner V, Tracy RP, McNamara R, Arnold A, et al. The 6-min walk test: a quick measure of functional status in elderly adults. *Chest* 2003a;123(2):387-398.
32. Macfarlane PA, Looney MA. Walkway length determination for steady state walking in young and older adults. *Res Quart Exerc Sport* 2008;79(2):261-267.

33. Najafi B, Helbostad JL, Moe-Nilssen R, Zijlstra W, Aminian K. Does walking strategy in older people change as a function of walking distance? *Gait Posture* 2009;29(2):261-266.
34. Riess KJ, Gourishankar S, Oreopoulos A, Jones LW, McGavock JM, Lewanczuk RZ, et al. Impaired arterial compliance and aerobic endurance in kidney transplant recipients. *Transplantation* 2006;82(7):920-923.
35. American College of Sports Medicine position stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22(2):265-274.
36. Zou H, Zhang J, Chen X, Wang Y, Lin W, Lin J, et al. Reference equations for the six-minute walk distance in the healthy Chinese Han population, aged 18-30 years. *BMC Pulm Med* 2017b;17(1):119.
37. Alameri H, Al-Majed S, Al-Howaikan A. Six-min walk test in a healthy adult Arab population. *Respir Med* 2009;103(7):1041-1046.
38. Machado FVC, Bisca GW, Morita AA, Rodrigues A, Probst VS, Furlanetto KC, et al. Agreement of different reference equations to classify patients with COPD as having reduced or preserved 6MWD. *Pulmonology* 2017. [Epub ahead of print]

QUICK LOOK

Current knowledge

Although the six-minute walk test (6MWT) is one of the most widely used submaximal functional capacity tests in clinical practice, space limitations often

require health professionals to perform the 6MWT on courses shorter than 30 m. Most of the predictive equations published for the 6MWT show high variability in their predictive power, suggesting that other factors that are not typically considered in the test performance may play an important role, including physical activity level (PAL).

What this paper contributes to our knowledge

The incorporation of course length in the prediction of 6-minute walk distance (6MWD) allows the use of a prediction equation with different course sizes. This finding is of great value in view of the growing scarcity of space for the test in clinical settings. PAL, evaluated through the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), has a strong impact on the distance traveled and, therefore, should be used in the prediction of 6MWD.

7. CONCLUSÕES

- ✓ Foi desenvolvida uma equação preditiva da DTC6M, utilizando o comprimento do corredor e o nível de atividade física como variáveis intervenientes, além de outras variáveis demográficas e antropométricas (gênero, idade, peso, altura, IMC e variação da FC).
- ✓ Os comprimentos de 10, 20 e 30 m impactam fortemente o desempenho dos indivíduos durante o TC6M.
- ✓ O nível de atividade física avaliada pelo IPAQ é um preditor independente da DTC6M.
- ✓ O nível de atividade física baseado nas categorias do IPAQ afeta a função pulmonar, principalmente a CVF.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A equação apresentada pode resolver um problema prático e, além do mais, pode ser aplicada a indivíduos em vários contextos de saúde. Nós observamos que os comprimentos de 10, 20 e 30 m impactam fortemente o desempenho dos indivíduos durante o TC6M, e assim, a incorporação dessa variável na equação de predição pode permitir a execução do teste em ambientes onde há limitação de espaço.

Embora este estudo tenha sido realizado com indivíduos saudáveis, esses achados podem ter implicações para o desempenho do TC6M em uma variedade de doenças crônicas e em situações clínicas de reabilitação cardiopulmonar e neurológica.

Entretanto, é importante ressaltar que mais estudos são necessários para validar a equação proposta em diferentes populações de pacientes, nas mais variadas condições clínicas.

9. REFERÊNCIAS

Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(Suppl9): S498-516.

Alameri H, Al-Majed S, Al-Howaikan A. Six-min walk test in a healthy adult Arab population. *Respir Med.* 2009; 103(7): 1041-1046.

Alleman RJ, Stewart LM, Tsang AM, Brown DA. Why does exercise "trigger" adaptive protective responses in the heart? *Dose Response.* 2015; 13(1): 1-19.

American College of Sports Medicine position stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22(2):265-274.

Arena RA. Functional capacity and exercise training have earned a primary role in the assessment and treatment of patients with heart failure. *Heart Fail Clin.* 2015; 11(1): XV-XVII

ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories, ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166(1): 111-117.

Avila-Funes JA, Gray-Donald K, Payette H. Medición de las capacidades físicas de adultos mayores de Québec: un análisis secundario del estudio NuAge. *Salud Publica Mex.* 2006; 48(6): 446-454.

Balke B. A simple field test for assessment of physical fitness. Rep 63-6. Rep Civ Aeromed Res Inst US. 1963; 1-8.

Baptista DBDA. Idosos no município de São Paulo: expectativa de vida ativa e perfis multidimensionais de incapacidade a partir da SABE [dissertação]. Belo Horizonte (MG): Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional; 2003.

Beekman E, Mesters I, Hendriks EJ, Klaassen MP, Gosselink R, van Schayck OC, et al. Course length of 30 metres versus 10 metres has a significant influence on six-minute walk distance in patients with COPD: an experimental crossover study. *J Physiother* 2013; 59(3): 169-176.

Beekman E, Mesters I, Gosselink R, Klaassen MP, Hendriks EJ, Van Schayck OC, et al. The first reference equations for the 6-minute walk distance over a 10 m course. *Thorax* 2014; 69(9): 867-868.

Ben Saad H, Prefaut C, Tabka Z, Mtir AH, Chemit M, Hassaoune R, et al. 6-minute walk distance in healthy North Africans older than 40 years: influence of parity. *Respir Med.* 2009; 103(1): 74-84.

Bittner V, Weiner DH, Yusuf S, Rogers WJ, McIntyre KM, Bangdiwala SI, et al. Prediction of mortality and morbidity with a 6-minute walk test in patients with left ventricular dysfunction. JAMA. 1993; 270(14): 1702-1707.

Borg G. Borg's Perceived Exertion and Pan Scales. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.

Brasil. Resolução Nº 466, de 12 de dezembro de Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília: Conselho Nacional de Saúde; 2012.

Bruce ML. Depression and disability in late life: directions for future research. Am J Geriatric Psychiatry. 2001; 9(2): 102-112.

Britto RR, Sousa LAP. Teste de caminhada de seis minutos: uma normatização brasileira. Fisioter Mov. 2006; 19(4): 49-54.

Britto RR, Probst VS, de Andrade AF, Samora GA, Hernandez NA, Marinho PE, et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. Braz J Phys Ther. 2013; 17(6): 556-563.

Butland RJ, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Br Med J*. 1982; 284(6329): 1607-1608.

Cahalin LP, Mathier MA, Semigraw MJ, Dec GW, DiSalvo TG. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. *Chest*. 1996; 110(2): 325-332.

Camargos MCS. Estimativas de expectativa de vida livre de e com incapacidade funcional: uma aplicação do método de Sullivan para idosos paulistanos, 2000 [dissertação]. Belo Horizonte (MG): Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional; 2004.

Camarri B, Eastwood PR, Cecins NM, Thompson PJ, Jenkins S. Six-minute walk distance in healthy subjects aged 55–75 years. *Respir Med*. 2006; 100(4): 658-665.

Casanova C, Celli BR, Barria P, Casas A, Cote C, de Torres JP, et al. The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries. *Eur Respir J*. 2011; 37(1): 150-156.

Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*. 1985; 100(2): 126-131.

Chetta A, Zanini A, Pisi G, Aiello M, Tzani P, Neri M, et al. Reference values for the 6-min walk test in healthy subjects 20–50 years old. *Respir Med*. 2006; 100(9): 1573-1578.

Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen uptake: correlation between field and treadmill testing. *JAMA* 1968; 203(3): 201-204.

Dourado VZ, Vidotto MC, Guerra RL. Reference equations for the performance of healthy adults on field walking tests. *J Bras Pneumol*. 2011; 37(5): 607-614.

Dourado VZ. Reference equations for the 6-minute walk test in healthy individuals. *Arq Bras Cardiol*. 2011; 96(6): e128-e38.

Di Thommazo-Luporini L, Carvalho LP, Luporini RL, Trimer R, Pantoni CB, Martinez AF, et al. Are cardiovascular and metabolic responses to field walking tests interchangeable and obesity-dependent? *Disabil Rehabil*. 2016; 38(18): 1820-1829.

Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998; 158(5 Pt 1): 1384-1387.

Enright PL. The six-minute walk test. *Respir Care* 2003; 48(8): 783-785.

Gellish R. Modelo longitudinal de la relación entre edad y frecuencia cardíaca máxima. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39(5): 822-829.

Gibbons WJ, Fruchter N, Sloan S, Levy RD. Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. *J Cardiopulm Rehabil.* 2001; 21(2): 87-93.

Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, Fallen EL, Pugsley SO, Taylor DW. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Can Med Assoc J.* 1985; 132(8): 919-923.

Hair, Jr., J. H.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C. trad. Adonai Schlup Sant'Ana e Anselmo Chaves Neto. *Análise Multivariada de Dados.* 5 ed. Porto Alegre: Bookman. 2005.

Hernandes NA, Karsten M. Testes clínicos de campo, com emprego de caminhada/marcha: teste de caminhada dos seis minutos 4-meter gait speed. In: *Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva.* 2014; 115-137.

Holland AE, Hill CJ, Rasekaba T, Lee A, Naughton MT, McDonald CF. Updating the minimal important difference for six-minute walk distance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010; 91(2): 221-225.

IBGE, 2017. [http:// www.cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama](http://www.cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama). Disponível online, pesquisado em 13/03/2018.

Iwana AM, Andrade GN, Shima P, Tanni SE, Godoy I, Dourado VZ. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy Brazilian subjects. *Braz J Med Biol Res.* 2009; 42(11): 1080-1085.

Janaudis-Ferreira T, Sundelin G, Wadell K. Comparison of the 6-minute walk distance test performed on a non-motorised treadmill and in a corridor in healthy elderly subjects. *Physiotherapy.* 2010; 96(3): 234-249.

Jenkins S, Cecins N, Camarri B, Williams C, Thompson P, Eastwood P. Regression equations to predict 6-minute walk distance in middle-aged and elderly adults. *Physiother Theory and Pract.* 2009; 25(7): 516-522.

Kervio G, Carre F, Ville NS. Reliability and intensity of the six-minute walk test in healthy elderly subjects. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35(1): 169-174.

Kirkham AA, Pauhl KE, Elliott RM, Scott JA, Doria SC, Davidson HK, et al. Utility of equations to estimate peak oxygen uptake and work rate from a 6-minute walk test in patients with copd in a clinical setting. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2015; 35(6): 431-438.

Macfarlane PA, Looney MA. Walkway length determination for steady state walking in young and older adults. *Res Quart Exerc Sport*. 2008; 79(2): 261-267.

Machado FVC, Bisca GW, Morita AA, Rodrigues A, Probst VS, Furlanetto KC, et al. Agreement of different reference equations to classify patients with COPD as having reduced or preserved 6MWD. *Pulmonology* 2017.

Masmoudi K, Aouicha MS, Fki H, Dammak J, Zouari N. The six-minute walk test: which predictive values to apply for Tunisian subjects aged between 40 and 80 years? *Tunis Med*. 2008; 86(1): 20-26.

Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Atividade Física & Saúde*. 2001; 6(2): 5-18.

McGavin CR, Gupta SP, McHardy GJ. Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *Br Med J*. 1976; 1(6013): 822-823.

Mosharraf-Hossain AKM, Chakraborty R. Reference values of 6 minutes walk test (6 MWT) in Bangladeshi healthy subjects aged 25-55 years. *Bangladesh Med Res Counc Bull*. 2014; 40(2):70-73.

Najafi B, Helbostad JL, Moe-Nilssen R, Zijlstra W, Aminian K. Does walking strategy in older people change as a function of walking distance? *Gait Posture* 2009; 29(2): 261-266.

Ng SSM, Hui-Chan CW. The timed up & go test: its reliability and association with lower-limb impairments and locomotor capacities in people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005; 86(8):1641-1647.

Ng SS, Yu PC, To FP, Chung JS, Cheung TH. Effect of walkway length and turning direction on the distance covered in the 6-minute walk test among adults over 50 years of age: a cross-sectional study. *Physiotherapy*. 2013; 99(1): 63-70.

Norman GR, Streiner DL. *Biostatistics: the bare essentials*. Hamilton: B.C. Decker Inc.; 2008.

Nusdwinuringtyas N, Yunus F, Alwi I. Reference equation for prediction of a total distance during six-minute walk test using indonesian anthropometrics. *Acta Med Indones*. 2014; 46(2): 90-96.

Oliveira MJ, Marçôa R, Moutinho J, Oliveira P, Ladeira I, Lima R, et al. Reference equations for the 6-minute walk distance in healthy Portuguese subjects 18-70 years old. *Pulmonology* 2018. [Epub ahead of print]

Osses AR, Yanez VJ, Barria PP, Palacios MS, Dreyse DJ, Diaz PO, et al. Reference values for the 6-minutes walking test in healthy subjects 20–80 years old. *Revista Medica de Chile*. 2010; 138: 1124-1130.

Papathanasiou J, Dionyssiotis Y, Kasnakova P, Yanev S, Kanchev D, Milanova H, et al. Six-minute walk test: A tool for assessing mobility in frail subjects. *J Frailty, Sarcopenia Falls*. 2016; 1(4):73-76.

Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J. Bras Pneumol*. 2007; 33(4): 397-406.

Pereira CAC, Soares MR. Teste de caminhada de seis minutos: valores de referência para adultos saudáveis no Brasil. *J Bras Pneumol*. 2011; 37(5): 576-583.

Pires SR, Oliveira AC, Parreira VF, Britto RR. Teste de caminhada de seis minutos em diferentes faixas etárias e índices de massa corporal. *Rev Bras Fisioter*. 2007; 11(2): 147-151.

Poh H, Eastwood PR, Cecins NM, Ho KT, Jenkins SC. Six-minute walk distance in healthy Singaporean adults cannot be predicted using reference equations derived from Caucasian populations. *Respirology*. 2006; 11: 211-216.

Puhan MA, Mador MJ, Held U, Goldstein R, Guyatt GH, Schunemann HJ. Interpretation of treatment changes in 6-minute walk distance in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2008; 32(3): 637-643.

Ramos RA, Guimarães FS, Dionyssiotis Y, Tsekoura D, Papathanasiou J, Ferreira AS. Development of a multivariate model of the six-minute walked distance to predict functional exercise capacity in hypertension. *J Bodyw Mov Ther* 2018. [Epub ahead of print]

Riess KJ, Gourishankar S, Oreopoulos A, Jones LW, McGavock JM, Lewanczuk RZ, et al. Impaired arterial compliance and aerobic endurance in kidney transplant recipients. *Transplantation* 2006;82(7):920-923.

Rosa TE, Benício MH, Latorre MR, Ramos LR. Fatores determinantes da capacidade funcional entre idosos. *Rev Saúde Pública*. 2003; 37(1): 40-48.

Salbach NM, O'Brien KK, Brooks D, Irvin E, Martino R, Takhar P, et al. Reference values for standardized tests of walking speed and distance: a systematic review. *Gait Posture* 2015; 41(2): 341-360.

Sant'anna T, Hernandez NA, Pitta F. Avaliação da atividade física na vida diária. In: Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva; 2014; 91-113.

Soares MR, Pereira CA. Six-minute walk test: reference values for healthy adults in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2011; 37(5): 576-583.

Solways S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest*. 2001; 119(1): 256-270.

Steele, Belza B, Cain K, Warms C, Coppersmith J, Howard J. Bodies in motion: monitoring daily activity and exercise with motion sensors in people with chronic pulmonary disease. *J Rehabil Res Dev*. 2003; 40(5 Suppl 2): 45-58.

Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: six-minute walk test, berg balance scale, timed Up & Go test, and gait speeds. *Phys Ther*. 2002; 82(2): 128-137

Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six-minute walking distance in healthy elderly subjects. *Eur Respir J*. 1999; 14 (2): 270-274.

Tsang RCC. Reference values for 6-minute walk test and hand-grip strength in healthy Hong Kong Chinese adults. *Hong Kong Physiotherapy Journal*. 2005; 23: 6-11.

Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications, 4th ed. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 2005.

Weisman IM, Zeballos RJ. Clinical exercise testing. Clin Chest Med. 2001; 22: 679-701.

World Health Organization. Towards a common language for functioning, disability and health: ICF. Geneva: World Health Organization; 2002.

Yang Y, George LK. Functional disability, disability transitions, and depressive symptoms in late life. J Aging Health 2005; 17 (3): 263-92.

Yuaso DR, Sguizzatto GT. Fisioterapia em pacientes idosos. In: Papaléo-Netto M, organizador. Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada. São Paulo: Atheneu; 2002.p.331-47.

Zou H, Zhu X, Zhang J, Wang Y, Wu X, Liu F, et al. Reference equations for the six-minute walk distance in the healthy Chinese population aged 18-59 years. PLoS One 2017a; 12(9): e0184669.

Zou H, Zhang J, Chen X, Wang Y, Lin W, Lin J, et al. Reference equations for the six-minute walk distance in the healthy Chinese Han population, aged 18-30 years. BMC Pulm Med. 2017; 17(1): 119.

APÊNDICE 1. Termo de Consentimento livre e Esclarecido (TCLE)**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PESQUISA**Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde

Instituição Responsável: Centro Universitário Augusto Motta

End.: Praça das Nações, 34 - Bonsucesso

Comitê de ética em pesquisa da UNISUAM

Pesquisador Responsável: Vívian Pinto de Almeida

O senhor(a) está sendo convidado(a) a participar de um estudo denominado “VALIDAÇÃO DE UMA EQUAÇÃO PREDITORA DO TESTE DE CAMINHADA DOS SEIS MINUTOS (TC6M) CONSIDERANDO A DISTÂNCIA DO PERCURSO”, cujos objetivos são:

- Elaborar e validar uma equação de referência para o TC6M, levando em consideração a distância do percurso do teste como variável preditora.
- Testar a confiabilidade do teste, considerando as distâncias alternativas de 10 e 20 metros de percurso.
- Determinar se os fatores intervenientes, incluindo gênero, idade, peso, altura, índice de massa corporal, variação da frequência cardíaca e distância do percurso podem influenciar a distância percorrida em 6 minutos por adultos saudáveis tanto ativos como sedentários.

Sua participação no referido estudo é a de submeter-se à aplicação de um questionário para avaliar seu nível de atividade física. Caso o(a) senhor(a) apresente os critérios de inclusão ao estudo, também realizará um teste de caminhada, para cada percurso (10, 20 e 30 metros), com mínimo de 30 minutos

de intervalo entre os testes, onde o(a) senhor(a) irá caminhar por um corredor o mais rápido possível durante seis minutos, sendo seus batimentos cardíacos, sua oxigenação e seu esforço avaliados por um examinador. Serão contabilizados o número de voltas dadas no corredor de 10, 20 ou 30 metros, assim como a distância percorrida em metros.

Através dos resultados dessa pesquisa, o(a) senhor(a) poderá receber novas informações sobre seu estado de saúde relacionado à capacidade física. Esses dados serão divulgados em meio científico. Sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possam de qualquer forma lhe identificar, serão mantidos em sigilo. Será garantido o anonimato e sua privacidade. Caso haja interesse, o senhor(a) terá acesso aos resultados do estudo.

Poderão existir desconfortos e riscos decorrentes do estudo, entre eles: tonteira, desmaio, palpitação, elevação ou diminuição da pressão arterial, falta de ar, dores nos membros inferiores, referentes ao esforço físico realizado.

Caso queira, o senhor (a) poderá se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar-se.

Caso tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, haverá ressarcimento mediante depósito em conta-corrente, cheque ou dinheiro. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da sua participação no estudo, o senhor (a) será devidamente indenizado, conforme determina a lei.

A pesquisadora envolvida com o referido projeto é: Vívian Pinto de Almeida (UNISUAM) cujo contato se dará através dos telefones: (21) 22642517/ 980615188. É a ela que o senhor (a) deverá se reportar para qualquer

esclarecimento relacionado à pesquisa. Se tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato como o Comitê de Ética em Pesquisa da UNISUAM, que fica localizado na Av. Paris, nº 304 – Bonsucesso, Rio de Janeiro, RJ, Tel: 3882-9797 (Ramal: 1015); e-mail: comitedeetica@unisiam.edu.br.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____

Nome e assinatura do sujeito de pesquisa

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento

Testemunha 1

Testemunha 2

APÊNDICE 2: FICHA CLÍNICA

NOME: _____ SEXO: _____

IDADE: _____ ALTURA: _____ PESO: _____

IMC: _____

() PNM? () BK? () ÓRTESES? () DOENÇA OSTEOMIOARTICULAR?

() MEDICAMENTOS? _____

FUMA? () SIM () NÃO SE SIM, CARGA TABÁGICA? _____

IPAQ: _____

TESTES DE CAMINHADA:**1º DIA**

	0'	3'	6'		0'	3'	6'		0'	3'	6'
FC				FC				FC			
BORG				BORG				BORG			
SpO ₂				SpO ₂				SpO ₂			
CORREDOR:				CORREDOR:				CORREDOR:			
DTC6':				DTC6':				DTC6':			

APÊNDICE 3. TRABALHOS APRESENTADOS EM CONGRESSOS.



O IMPACTO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA, DO GRAU DE DISPNEIA E DA FUNÇÃO PULMONAR SOBRE O DESEMPENHO DO EXERCÍCIO EM JOVENS SAUDÁVEIS

VÍVIAN PINTO DE ALMEIDA ; Agnaldo José Lopes



INTRODUÇÃO

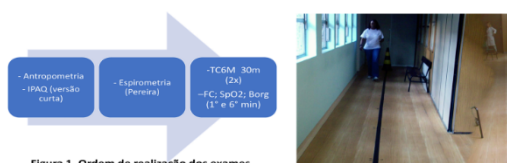
O caminhar é considerado uma das atividades de vida diária (AVD). Nesse contexto, os testes de caminhada têm sido propostos para medir a capacidade funcional (CF) dos indivíduos nas mais variadas condições de saúde, sendo o teste de caminhada dos seis minutos (TC6M) o mais usado para avaliar a resposta de um indivíduo ao exercício submáximo. Em algumas condições clínicas, o TC6M se correlaciona com o desempenho nas AVD. Assim, cada vez mais tem havido um interesse no estudo do estilo de vida sedentária, uma vez que este está associado a alguns fatores de risco como baixa capacidade aeróbica e disfunção endotelial vascular periférica. Dispneia é um sintoma associado ao desempenho no exercício e, portanto, à qualidade de vida (QV). Graduar a dispneia fornece uma dimensão independente que não é dada pela função pulmonar (FP). Portanto, a graduação da dispneia influencia e prevê QV. O estudo da associação entre FP e desempenho durante o exercício tem sido previamente avaliado em diversas condições clínicas. A ideia é de que o TC6M contribui para a avaliação da função pulmonar e, assim, ele pode traçar um perfil mais completo da CF de indivíduos saudáveis já tem sido previamente postulada. Entretanto, pelo nosso conhecimento, a relação entre função pulmonar e DTC6M só tem sido explorada em pacientes, havendo um *gap* desse tipo de avaliação em indivíduos saudáveis.

OBJETIVO

Avaliar o impacto do nível de atividade física, do grau de dispneia e da função pulmonar sobre o desempenho do exercício em jovens saudáveis.

METODOLOGIA

Estudo transversal realizado entre março de 2016 e agosto de 2017 com 190 sujeitos recrutados entre os funcionários da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, e outros recrutados entre os moradores da comunidade. Todos os indivíduos estudados eram saudáveis, capazes de deambular. Foram utilizados os seguintes critérios de exclusão: relato de sintomas respiratórios ou resfriado nas últimas três semanas; história de doença cardiorrespiratória, metabólica, neuromuscular ou osteomuscular; história de cirurgia torácica; ter fumado mais que 10 maços-ano; fazer uso de medicamentos que possam afetar a função muscular, como estatinas; índice de massa corporal (IMC) abaixo de 18 kg/m² ou acima de 40 kg/m²; e, ainda, aqueles considerados "muito ativos" pelo International Physical Activity Questionnaire (IPAQ).



Análise Estatística: Software SAS 6.11. Dados apresentados em média $\pm$ DP e percentagens. Correlação de Pearson (r) para avaliar a associação entre as variáveis demográficas, dados clínicos, FP e CF. Comparações dos dados clínicos, FP e TC6M, de acordo com o IPAQ, foram analisadas por ANOVA seguida pelo teste *post-hoc* de Bonferroni. Considerou-se significância estatística $p < 0,05$.

RESULTADOS

Resultados: Os dados dos indivíduos pesquisados e as correlações estão descritas nas Tabelas 1 e 2. Os valores de predição para a espirometria são baseados nas equações de Pereira (2002) e os do teste de caminhada na equação de Brito (2013).

Tabela 1. Dados demográficos e clínicos dos indivíduos.

Características demográficas	Valores
Sexo (% homens)	50 (26,3)
Idade (anos)	29,4 $\pm$ 8,77
IMC (kg/m ²)	24,31 $\pm$ 3,88
IPAQ (%)	
Sedentários	55 (28,6)
Irregularmente ativos	89 (46,3)
Ativos	66 (34,6)
Função Pulmonar	
VEF (l)	3,24 $\pm$ 0,70
VEF (%pred)	100,87 $\pm$ 14,95
CVF (l)	3,76 $\pm$ 0,88
CVF (%pred)	106,06 $\pm$ 16,89
PFE (l/min)	7,3 $\pm$ 2,14
PFE (%pred)	109,71 $\pm$ 23,63
Dados TC6M	
DTC6M (metros)	674,87 $\pm$ 81,20
DTC6M (%pred IMC)	185,73 $\pm$ 11,46
DTC6M (%pred FC)	94,47 $\pm$ 5,64
Δ escala Borg (0'-4')	4 (2-5)
Δ FC (bpm)	33 (21-48,25)

IMC = índice de massa corporal; IPAQ = questionário internacional de atividade física; VEF1 = volume expiratório forçado em um segundo; FVC = capacidade vital forçada; PFE = pico de fluxo expiratório; DTC6M = distância do teste de caminhada de seis minutos; FC = frequência cardíaca.

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis demográficas, clínicas, de função pulmonar e de exercício cardiorrespiratórias.

Variáveis	DTC6M	DTC6M (%pred IMC)	Δ escala Borg (0'-4')	Δ FC (bpm)
Idade (anos)	-0,28*	0,21*	-0,27*	-0,02
IMC (kg/m ²)	-0,16*	-0,58*	0,04	0,03
IPAQ	0,14	0,14	-0,004	-0,13
VEF (l)	0,42*	0,13	-0,26*	0,03
VEF (%pred)	0,26*	-0,08	0,17*	0,07
CVF	0,38*	0,14*	-0,38*	0,03
CVF (%pred)	0,22*	-0,05	0,11	-0,13
PFE (l/min)	0,38*	0,16*	-0,28	-0,03
PFE (%pred)	0,21*	-0,7	0,17*	-0,07
Δ Borg (0'-4')	0,12	0,13	-0,13	-
Δ FC (bpm)	0,07	0,02	0,67*	-

IMC = índice de massa corporal; IPAQ = questionário internacional de atividade física; VEF1 = volume expiratório forçado em um segundo; CVF = capacidade vital forçada; PFE = pico de fluxo expiratório; DTC6M = distância do teste de caminhada de seis minutos; FC = frequência cardíaca.

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

A CVF foi a única variável que mostrou diferença entre os diferentes níveis de atividade física.
 $3,51 \pm 0,76 \times 3,78 \pm 0,88 \times 3,94 \pm 0,93$
 $p = 0,02; 2; 1-3$

Limitações : Houve um número desproporcional de mulheres em comparação com os homens neste estudo. A aplicabilidade dos resultados do estudo nos homens requer maior investigação. Além disso, o presente estudo envolve apenas adultos jovens saudáveis. A aplicabilidade dos resultados do estudo a pessoas mais velhas requer mais investigação.

CONCLUSÃO

A idade e o correlacionaram-se negativamente com a DTC6M. Todas as variáveis espirométricas apresentaram correlação fraca com a DTC6M. Além do mais, a capacidade vital forçada (CVF) parece ser o único índice que sofre a influência do nível de atividade física avaliado pelo IPAQ.

REFERÊNCIAS

- Ambrosino, N., 1999. Field tests in pulmonary disease. *Thorax* 54 (3), 191-193.
- ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories, 2002. ATS statement: guidelines for the six minute walk test. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 166 (1), 111-117.
- Hernandes, N.A., Teixeira, D.C., Probst, V.S., Brunetto, A.F., Ramos, E.M., et al., 2009. Profile of the level of physical activity in the daily lives of patients with COPD in Brazil. *J. Bras. Pneumol.* 35 (10): 949-956.
- Brito, R.R., Probst, V.S., de Andrade, A.F., Samora, G.A., Hernandez, N.A., Marinho, P.E., et al., 2013. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. *Braz. J. Phys. Ther.* 17 (6): 556-563.
- Camargo, L.A., Pereira, C.A., 2010. Dyspnea in COPD: beyond the modified Medical Research Council scale. *J. Bras. Pneumol.* 36 (5): 571-578.
- Matsudo, S., Araújo, T., Matsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., Oliveira, L.C., et al., 2001. International physical activity questionnaire (IPAQ): study of validity and reliability in Brazil. *Atividade Física & Saúde* 6 (2): 5-18.
- Pimenta, S.P., Rocha, R.B., Baldi, B.G., Kawasaki, A.M., Kairalla, R.A., Carvalho, C.R., 2010. Desaturation - distance ratio: a new concept for a functional assessment of interstitial lung diseases. *Clinics (Sao Paulo)* 65 (9): 841-846.
- Rodrigues, S.L., Viegas, C.A.S., 2002. Study of correlation between functional respiratory tests and the six minute walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J. Pneumol.* 28 (6): 324-328.

Aprovado pelo CEP da UNISUAM, sob número CAAE- 52689716.5.0000.5235.
 E-mail: vivipinto84@gmail.com

MODELO DE EQUAÇÃO PREDITIVA DO TC6M BASEADA NA DISTÂNCIA DO CORREDOR E NO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA

Vívian Pinto de Almeida; Arthur de Sá Ferreira; Agnaldo José Lopes

Introdução: O teste de caminhada dos seis minutos (TC6M) é utilizado mundialmente para avaliação da capacidade funcional. Equações preditivas levam em consideração dados antropométricos e clínicos, específicos de cada país. No entanto, a padronização internacional, feita pela American Thoracic Society (ATS), ainda preconiza a realização do teste em corredores de 30 metros de comprimento, visto que, em corredores menores, as distâncias podem ser subestimadas. Diante disso, questiona-se a possibilidade de incluir a distância do corredor na equação preditiva do TC6M.

Objetivos: Elaborar uma equação preditora do TC6M, levando em consideração o comprimento do corredor como variável do modelo.

Métodos: Foram incluídos indivíduos saudáveis, que realizaram três TC6M cada, nas distâncias de 10, 20 e 30 metros, de acordo com ATS. Todos responderam o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) e realizaram uma espirometria, a fim de avaliar nível de atividade física e função pulmonar. O histórico medicamentoso para doenças crônicas e $18 \leq \text{IMC} \leq 35 \text{ kg/m}^2$ foram considerados como critérios de exclusão do estudo. Todos responderam o Termo de compromisso Livre e Esclarecido (TCLE).

Resultados: 215 indivíduos, com média de 34,1 anos e índice de massa corporal (IMC) de 24 kg/m^2 . (Tab.1) As médias das distâncias dos TC6M de 10, 20 e 30 m foram de 590, 652 e 677 metros, respectivamente. (Fig. 1) As variáveis *sexo*, *idade*, *IMC*, *IPAQ*, *AFC*, *ABorg*, *além da distância do percurso* foram incluídas no modelo de predição da equação (todas com $p < 0,001$).

Conclusão: É possível realizar o TC6M em corredores menores que 30 metros. Além disso, IPAQ também deve ser considerado para a estimativa dessa distância.

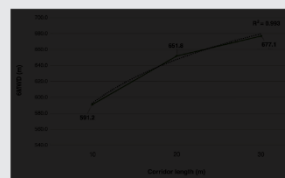


Fig. 1. Relação da distância do corredor com a média dos testes de caminhada. $R^2 = 0,993$

CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS	VALORES
Sexo (% homens)	90 (41,9)
Idade (anos)	$34,16 \pm 11,53$
Peso (kg)	$70,9 \pm 13,92$
Altura (m)	$1,69 \pm 0,09$
IMC (kg/m^2)	$24,79 \pm 3,67$
ESTÁGIOS IPAQ	
Sedentários	58 (27)
Irregularmente ativos	79 (36,7)
Ativos	78 (36,3)

Tab. 1. Características demográficas dos pacientes estudados. N=215.



Fig. 2. Teste de caminhada de 6 minutos.

REFERÊNCIAS

1. Brito RR, Probst VS, Dornelas De Andrade AF, Samora GAR, Hernandez NA, Marinho PEM, et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. *Brazilian J Phys Ther*. 2013;17(6):556-63.
2. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, MacIntyre NR, McKay RT, et al. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-7.
3. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira C, et al. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fis Saúde*. 2001;6(2):5-12.
4. Ng SS, Yu PC, To FP, Chung JS, Cheung TH. Effect of walkway length and turning direction on the distance covered in the 6-minute walk test among adults over 50 years of age: A cross-sectional study. *Physiother (United Kingdom)* [Internet]. 2013;99(1):63-70.
5. SAUERBREI, Willi; ROYSTON, Patrick; BINDER, Harald. Selection of important variables and determination of functional form for continuous predictors in multivariable model building. *Statistics in medicine*, v. 26, n. 30, p. 5512-5528, 2007.

ANEXO 1. Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ Versão Curta

Nome: _____

Data: ____ / ____ / ____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na ÚLTIMA semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:
 Atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
 Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal:
 Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez.

1a) Em quantos dias da última semana você CAMINHOU por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias _____ por SEMANA () Nenhum

1b)Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia?

horas: _____ Minutos: _____

2a) Em quantos dias da última semana, você realizou atividades MODERADAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)

dias _____ por SEMANA () Nenhum

2b) Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por _____ dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a) Em quantos dias da última semana, você realizou atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por SEMANA () Nenhum

3b) Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por _____ dia?

horas: _____ **Minutos:** _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia,

no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui

o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a) Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana?

_____ **horas** _____ **minutos**

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana?

_____ **horas** _____ **minutos**

ANEXO 2. Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ELABORAÇÃO DE UMA EQUAÇÃO PREDITORA DO TESTE DE CAMINHADA DOS SEIS MINUTOS CONSIDERANDO A DISTÂNCIA DO PERCURSO

Pesquisador: Vívian Pinto de Almeida **Área Temática:**

Versão: 2

CAAE: 52689716.5.0000.5235

Instituição Proponente: SOCIEDADE UNIFICADA DE ENSINO AUGUSTO MOTTA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER Número do Parecer: 1.444.735

Apresentação do Projeto:

Versa o referido projeto sobre a Elaboração e validação de uma equação de referência para o Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6M), levando em consideração a distância do percurso do teste como variável de confusão. tal estudo se fundamenta pela literatura especializada na área, baseia-se na legislação em vigor e busca preencher uma lacuna que em muito poderá contribuir com a ciência e sobretudo, com a vida dos pacientes.

Objetivo da Pesquisa:

Elaborar e validar uma equação de referência para o TC6M, levando em consideração a distância do percurso do teste como variável de confusão.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A avaliação dos riscos e benefícios, foram realizadas tanto no Projeto quanto no TCLE.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto se mostra alinhado às exigências da legislação e atende adequadamente aos requisitos previstos. Folha de rosto devidamente preenchida com identificação do pesquisador, o título do projeto está claro e o

embasamento teórico corresponde ao objeto de pesquisa. Pesquisa relevante socialmente.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos foram apresentados de maneira adequada.

Recomendações:

Nenhuma recomendação a fazer.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O Projeto está aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto está aprovado.

Cabe ressaltar que o pesquisador se compromete em anexar na Plataforma Brasil um relatório ao final da realização da pesquisa. Pedimos a gentileza de utilizar o modelo de relatório final que se encontra na página eletrônica do CEP-UNISUAM (<http://www.unisuam.edu.br/index.php/introducao-comite-etica-em-pesquisa>). Além disso, em caso de evento adverso, cabe ao pesquisador relatar, também através da Plataforma Brasil.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_648988.pdf	01/03/2016 17:43:35		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoFinal.pdf	01/03/2016 17:43:03	Vívian Pinto de Almeida	Aceito
Brochura Pesquisa	Projeto.doc	01/03/2016 17:42:41	Vívian Pinto de Almeida	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE.docx	01/03/2016 17:42:20	Vívian Pinto de Almeida	Aceito

Justificativa de Ausência				
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	11/01/2016 11:50:46	Vívian Pinto de Almeida	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.docx	11/01/2016 10:41:25	Vívian Pinto de Almeida	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Página 02 de

Continuação do Parecer: 1.444.735

RIO DE JANEIRO, 09 de Março de 2016

Assinado por:**SUSANA ORTIZ COSTA****(Coordenador)**

ANEXO 3. Carta de submissão do artigo à revista *Respiratory Care*

Dear author:

This is to confirm your paper "Predictive Models for the Six-Minute Walk Test Considering the Walking Course and Physical Activity Level" has been received by Respiratory Care.

Before your manuscript can be eligible for the peer review process, each author must complete our submission form using this link:

https://mc.manuscriptcentral.com/rcare?URL_MASK=38a654905d75459cbf3ba0bdb5c9e333

Or, each author may log in to the Author Center to complete the form <https://mc.manuscriptcentral.com/rcare>

Click 'Submitted Manuscripts' on the left, and then 'Submission Form' at the bottom right.

Be sure to include the manuscript ID in all correspondence. If there are any changes to your contact information, please log in to Manuscript Central <https://mc.manuscriptcentral.com/rcare> and edit your account.

Thank you for submitting your paper to Respiratory Care.

Sincerely,

Sara Moore
Assistant Editor
Respiratory Care