Gabriela Correia de Faria Santarém

**Correlação entre a composição corporal e capacidade de caminhar em
obesos graves**

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

Área de concentração: **Programa de Ciências em
Gastroenterologia**

Orientador: **Prof. Dr. Roberto de Cleva**

São Paulo

2015

Gabriela Correia de Faria Santarém

**Correlação entre a composição corporal e capacidade de caminhar em
obesos graves**

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

Área de concentração: **Programa de Ciências em
Gastroenterologia**

Orientador: **Prof. Dr. Roberto de Cleva**

São Paulo

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Santarém, Gabriela Correia de Faria

Correlação entre a composição corporal e capacidade de caminhar em obesos graves / Gabriela Correia de Faria Santarém. -- São Paulo, 2015.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Ciências em Gastroenterologia.

Orientador: Roberto de Cleva.

Descritores: 1.Obesidade mórbida 2.Teste de esforço 3.Movimento 4.Caminhada
5.Composição corporal 6.Antropometria

USP/FM/DBD-039/15

AOS MEUS AVÓS

JUSTINA BUBA CORREIA & MANUEL MARIA CORREIA

DULCE AUGUSTO DE ALMEIDA FARIA & BENEDICTO V. BOAS FARIA

(in memoriam)

AOS MEUS PAIS

MARIA APARECIDA CORREIA DE FARIA

BENEDITO VILAS BOAS FARIA JUNIOR

A MINHA IRMÃ

CRISTIANE CORREIA DE FARIA MACIEL

AOS MEUS COMPANHEIROS

ORLANDO LUIS DE ANDRADE SANTARÉM

GABRIEL ORSI PARDINI SANTARÉM

Agradeço primeiramente a **DEUS**, por ter me dado a chance de ser aquilo que escolhi, por ter confiado a mim o dom de cuidar das pessoas e por todas as maravilhas que tem feito em minha vida.

Meus respeitosos agradecimentos pela contribuição dos membros da banca do exame de qualificação e pela participação dos membros da banca examinadora da defesa.

Ao **Prof. Dr. ROBERTO DE CLEVA**, meu orientador, pela sabedoria, competência, apoio e pela efetiva e afetiva orientação.

Ao **Prof. Dr. MARCO AURÉLIO SANTO**, pelo incentivo constante ao longo desta jornada. Sempre com uma palavra e um gesto de estímulo.

A **Prof. Dra. JÚLIA MARIA D'ANDREA GREVE e Prof. Dr. PAULO ROBERTO SANTOS-SILVA**, pela confiança constante ao longo deste trabalho e por terem nos aberto as portas no Laboratório de Estudos do Movimento do Instituto de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Ao colega **MÁRCIO AUGUSTO DINIZ**, pela colaboração e grandiosa paciência na análise de dados desta Dissertação.

Ao **Laboratório de Epidemiologia e Estatística do Departamento de Gastroenterologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo**, pela imensurável colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

A **Prof. Dra. ADRIANA LUNARDI e ALEXANDRE GADDUCCI**, agradeço pelas palavras de apoio, incentivo e pelo carinho constante.

Aos colegas **ANDRÉ DE OLIVEIRA e MARCELO PEDRO**, que compartilhando expectativas, alegrias, ansiedades, souberam cultivar uma amizade que com o tempo amadureceu.

A **Sra. DIRCE VENÂNCIO**, pela disponibilidade, interesse e carinho.

A colega **PRISCILA CAPRONI**, pela colaboração, dedicação e disponibilidade para construção deste trabalho.

As colegas **MARCELA SERAFIM, ALINE BIASETO BERNHARD e VILMA DE JESUS LIBÉRIO**, pela colaboração e estímulo na realização desta pesquisa.

Aos **Meus AVÓS**, obrigada por sempre me guiarem, com sua benção tão iluminada, ao melhor caminho a ser seguido.

Aos **Meus PAIS**, agradeço por toda força, confiança e dedicação dispensada em todos estes anos de formação e por terem me ajudado a construir-me e construir.

Aos meu companheiros, **ORLANDO LUIS DE ANDRADE SANTARÉM e GABRIEL ORSI PARDINI SANTARÉM**, obrigada por todo apoio, pelo companheirismo, pela compreensão e paciência em meus momentos de ausência e por ter compartilhado bons e maus momentos ao meu lado.

As **Minhas TIAS, MARIA DO CARMO VIDAL e MARIA DULCE AUGUSTO FARIA**, obrigada pelo incentivo constante nesta longa jornada.

Ao meu amigo, **CARLOS AUGUSTO MORONE MACIEL**, que me ensinou que nunca é tarde para começar e se preciso recomeçar.

Muitos acrescentaram, contribuíram e continuam acrescentando para o meu crescimento profissional e individual. Nesta caminhada, muitos são lembrados, alguns são esquecidos. Aos que foram esquecidos, o meu eterno agradecimento.

“As grandes obras são executadas, não pela força, mas pela perseverança”.

(Samuel Johnson)

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *Internacional Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Annaliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in index Medicus*

LISTA DE TABELAS**LISTA DE FIGURAS****LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS****LISTA DE SÍMBOLOS****Resumo****Summary**

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Repercussões da obesidade na capacidade funcional.....	4
2 OBJETIVO.....	7
3 MÉTODOS.....	9
3.1 Casuística.....	10
3.2 Metodologia.....	11
3.2.1 Teste “<i>Timed Up and Go</i>”(TUG).....	11
3.2.2 Teste de espirometria.....	12
3.2.3 Medidas antropométricas e composição corporal.....	14
3.2.4 Teste de caminhada de seis minutos (TC6).....	17
3.2.5 Análise Estatística	19
4 RESULTADOS.....	20
4.1 Teste “<i>Timed Up and Go</i>” (TUG)	22
4.2 Teste de espirometria.....	22
4.3 Medidas antropométricas e composição corporal.....	23
4.4 Teste de caminhada de seis minutos (TC6).....	25
5 DISCUSSÃO.....	29
6 CONCLUSÕES.....	37

7 ANEXOS.....	39
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores descritivos do teste “Timed Up and Go” em pacientes obesos graves (n = 90), grupo OM (n = 61), grupo SO (n = 29) – HCFMUSP – 2015.....	22
Tabela 2 – Valores descritivos do teste de espirometria (valores absolutos e preditos ⁶³) em pacientes obesos graves (n = 90), grupo OM (n = 61), grupo SO (n = 29) – HCFMUSP – 2015.....	23
Tabela 3 – Características antropométricas e composição corporal determinada pela impedância bioelétrica em pacientes obesos graves (n = 90), grupo OM (n = 61), grupo SO (n = 29) – HCFMUSP – 2015.....	24
Tabela 4 – Resultados do teste de caminhada de seis minutos em pacientes obesos graves (n = 90), grupo OM (n = 61), grupo SO (n = 29) – HCFMUSP – 2015.....	25
Tabela 5 – Correlações entre a DTC6 e as medidas antropométricas e de composição corporal em pacientes obesos graves (n = 90), grupo OM (n = 61), grupo SO (n = 29) – HCFMUSP – 2015.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Teste “ <i>Timed Up and Go</i> ” realizado na unidade de cirurgia bariátrica e metabólica/HCFMUSP.....	12
Figura 2 – Teste de espirometria realizado na unidade de cirurgia bariátrica e metabólica/HCFMUSP.....	13
Figura 3 – Realização da medida da impedância bioelétrica no LEM-IOT/HCFMUSP.....	16
Figura 4 – Exemplo do resultado da composição corporal total e segmentar obtida através da impedância bioelétrica no LEM-IOT/HCFMUSP.....	17
Figura 5 – Teste de caminhada de seis minutos realizado no HCFMUSP.....	18
Figura 6 – Fluxograma do estudo realizado na unidade de cirurgia bariátrica e metabólica/HCFMUSP.....	21

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Prof.	Professor
Dr.	Doutor
ed.	Edição
TUG	<i>Timed Up and Go</i>
TC6	Teste de caminhada de seis minutos
HCFMUSP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
p.	Página
DTC6	Distância percorrida durante o teste de caminhada de seis minutos
MLG	Massa livre de gordura
MLG_MS	Massa livre de gordura dos membros superiores
MLG_TR	Massa livre de gordura do tronco
MLG_MI	Massa livre de gordura dos membros inferiores
MG	Massa de gordura
MG_MS	Massa de gordura dos membros superiores
MG_TR	Massa de gordura do tronco
MG_MI	Massa de gordura dos membros inferiores
OM	Obesos mórbidos
SO	Superobesos
WHR	<i>Waist-to-hip ratio</i>

6MWT	<i>Six-minute walk test</i>
6MWD	<i>Distance walked during the six-minute walk test</i>
MO	<i>Morbidly obese</i>
SO	<i>Super obese</i>
FFM	<i>Fat free mass</i>
FFM_UL	<i>Fat free mass of upper limbs</i>
FFM_TR	<i>Fat free mass of trunk</i>
FFM_LL	<i>Fat free mass of lower limbs</i>
FM	<i>Fat mass</i>
FM_UL	<i>Fat mass of upper limbs</i>
FM_TR	<i>Fat mass of trunk</i>
FM_LL	<i>Fat mass of lower limbs</i>
IMC	Índice de massa corporal
BMI	<i>Body mass index</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
AVD's	Atividades de vida diárias
CAPPesq	Comitê de Ética para Análise de Desenvolvimento de Pesquisas
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
ATS	<i>American Thoracic Society</i>
CVF	Capacidade vital forçada
VEF₁	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VEF₁/CVF	Razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e

cavidade vital forçada

FEF₂₅₋₇₅	Fluxo expiratório forçado médio entre 25 e 75% do volume da CVF
BIA	Impedância Bioelétrica
N	Número
Fc	Frequência cardíaca
SatO₂	Saturação de oxigênio
PAS	Pressão arterial sistólica
PAD	Pressão arterial diastólica
IC 95%	Intervalo de confiança de 95%

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
III	Três
Kg/m²	Quilograma por metro quadrado
I	Um
II	Dois
XX	Vinte
>	Maior
≤	Menor ou igual
s	Segundos
mmHg	Milímetros de mercúrio
m	Metros
kg	Quilos
g	Gramas
m²	Metro ao quadrado
®	Marca Registrada
KHz	Quilohertz
kg/m³	Quilograma por metro cúbico
°C	Graus Celsius
<	Menor
L	Litros
ml	Mililitros

L/s Litros por segundo

Santarém GCF. *Correlação entre a composição corporal e capacidade de caminhar em obesos graves* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2015.

INTRODUÇÃO: A obesidade em seus diversos graus é um fator que diminuiu a capacidade de deslocamento motor, reduzindo a capacidade funcional. A utilização de índices de composição corporal total e segmentar em obesos poderá estimar com mais precisão, que o índice de massa corporal (IMC), a capacidade funcional durante deslocamento motor pelo teste de caminhada de seis minutos (TC6). **OBJETIVO:** Correlacionar a distância percorrida no TC6 (DTC6) com o IMC e com a composição corporal total e segmentar de acordo com a gravidade da obesidade. **MÉTODOS:** A capacidade funcional foi avaliada em 90 pacientes com obesidade grave (grupo obesos mórbidos: OM e superobesos: SO, por meio da DTC6 e a composição corporal através da impedância bioelétrica (%). **RESULTADOS:** Na obesidade grave a DTC6 apresentou correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) com a massa livre de gordura (MLG, $r = 0,5$), massa livre de gordura dos membros superiores (MLG_MS, $r = 0,4$), tronco (MLG_TR, $r = 0,3$), membros inferiores (MLG_MI, $r = 0,5$) e correlação negativa e significativa ($p < 0,05$) com o IMC ($r = -0,3$), massa de gordura (MG, $r = -0,5$), massa de gordura dos membros superiores (MG_MS, $r = -0,4$), tronco (MG_TR, $r = -0,3$) e membros inferiores (MG_MI, $r = -0,5$). O grupo OM apresentou uma DTC6 superior ($524,7 \pm 44,0$ m, $p = 0,014$) ao

grupo SO ($494,2 \pm 57,0$ m). Não foi encontrada correlação da DTC6 com o IMC quando os pacientes foram classificados de acordo com a gravidade da obesidade. No grupo OM a DTC6 apresentou correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) com a MLG, MLG_MS, MLG_MI ($r = 0,4$), MLG_TR ($r = 0,3$) e correlação negativa e significativa ($p < 0,05$) com a MG, MG_MS ($r = -0,4$) e MG_TR ($r = -0,3$). No grupo SO foi encontrada correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) com a MLG ($r = 0,5$), MLG_TR, MLG_MI ($r = 0,4$) e correlação negativa e significativa ($p < 0,05$) com a MG ($r = -0,5$), MG_TR e MG_MI ($r = -0,4$). **CONCLUSÕES:** A massa livre de gordura corporal total e segmentar indicam melhor capacidade funcional, enquanto a massa de gordura corporal total e segmentar indicam pior capacidade funcional na obesidade grave. O IMC não é o melhor preditor de desempenho funcional de acordo com a gravidade da obesidade. Melhor capacidade funcional é apontada pela MLG_MS, MLG_TR e MLG_MI no grupo OM e MLG_TR, MLG_MI no grupo SO e pior capacidade funcional esta correlacionada com a MG_MS e MG_TR no grupo OM e MG_TR, MG_MI no grupo SO.

Descritores: Obesidade mórbida; Teste de esforço; Movimento; Caminhada; Composição corporal; Antropometria;

Santarém GCF. *Correlation between body composition and walking capacity in severe obesity*. [dissertation]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2015.

BACKGROUND: Obesity in various degrees is a factor that reduced the capacity of engine displacement, reducing the functional capacity. The use of variables of the total and segmental body composition in obese can estimate more accurately, than body mass index (BMI), functional capacity by the six-minute walk test (6MWT). **OBJECTIVE:** To correlate the distance walked during the six-minute walk test (6MWD) with body mass index and total and segmental body composition according to the severity of obesity. **METHODS:** Functional capacity was assessed with 6MWD and body composition (%) by bioelectrical impedance analysis in 90 patients with severe obesity (morbid obese group: MO and super obese group: SO). **RESULTS:** In severe obesity, 6MWD showed a significant positive correlation ($p < 0.05$) with fat-free mass (FFM, $r = 0.5$), fat-free mass of upper limbs (FFM_UL, $r = 0.4$), trunk (FFM_TR, $r = 0.3$), lower limbs (FFM_LL, $r = 0.5$) and a significant negative correlation ($p < 0.05$) with BMI ($r = -0.3$), fat mass (FM, $r = -0.5$), fat mass of upper limbs (FM_UL, $r = -0.4$), trunk (FM_TR, $r = -0.3$) and lower limbs (FM_LL, $r = -0.5$). The MO group showed a higher 6MWD (524.7 ± 44.0 m, $p = 0.014$) than the SO group. There wasn't correlation between 6MWD and BMI when patients were stratified according to the severity of obesity. In the MO group there was a significant positive correlation ($p < 0.05$) with the FFM, FFM_UL, FFM_LL ($r = 0.4$), FFM_TR ($r = 0.3$) and a significant

negative correlation ($p < 0.05$) with FM, FM_UL ($r = -0.4$) and FM_TR ($r = -0.3$). In the SO group there was a significant positive correlation ($p < 0.05$) with FFM ($r = 0.5$), FFM_TR, FFM_LL ($r = 0.4$) and a significant negative correlation ($p < 0.05$) was found with FM ($r = -0.5$), FM_TR and FM_LL ($r = -0.4$). **CONCLUSION:** The total and segmental fat free mass indicates better functional capacity, while total and segmental body fat mass indicates worse functional capacity in severe obesity. BMI is not the best functional predictor according to the severity of obesity. Better functional capacity is correlated by FFM_UL, FFM_TR and FFM_LL in MO group and FFM_TR, FFM_LL in SO and worse functional capacity by FM_UL and FM_TR in MO and FM_TR and FM_LL in SO group.

Descriptors: Obesity, morbid; Exercise test; Movement; Walking; Body composition; Anthropometry.

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A obesidade é caracterizada por um acúmulo acentuado de tecido adiposo que determina risco elevado para o desenvolvimento de doenças crônicas, como hipertensão arterial sistêmica, diabetes *mellitus* e síndrome metabólica. O índice de massa corporal (IMC) é a medida padrão utilizada para caracterizar o excesso de peso, sendo calculado pela divisão do peso pelo quadrado da altura^{1,2}.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS)^{1,3}, as categorias do IMC variam de baixo peso até obesidade grau III. A obesidade é classificada em três graus: obesidade grau I (IMC entre 30 a 34,9 kg/m²), grau II (entre 35 a 39,9 kg/m²) e grau III ou mórbida (IMC acima de 40 kg/m²).

O desenvolvimento da obesidade é multifatorial, sendo observada principalmente após mudanças comportamentais a partir do século XX, como mudanças nos hábitos de vida, alimentares, além das características socioambientais, susceptibilidade genética e biológica^{1,2}.

Estimativas mundiais indicam que mais de 1,4 bilhões de adultos (acima de 20 anos) estão acima do peso, sendo que 500 milhões apresentam obesidade (3 mulheres:2 homens)^{1,2,4}. As mulheres apresentam uma maior probabilidade de desenvolver obesidade em relação aos homens^{3,4}.

Globalmente, mais de um em cada dez adultos é obeso, e a prevalência da obesidade vem aumentando desde a década de 80, tornando-se o quinto fator de risco de mortalidade. Projeções futuras da OMS estimam que em 2015, aproximadamente 2,3 bilhões de adultos estarão com excesso de peso e mais de 700 milhões serão obesos³.

Em nosso país, a transição nutricional determina prevalência crescente de sobrepeso e obesidade. Como consequência dos atuais hábitos alimentares, a população brasileira aumentou de peso nas últimas três décadas^{5,6,7}. Estudos mostram crescimento desta prevalência em adultos para todas as regiões do Brasil, sendo observada taxa de 41% de sobrepeso e 8,8% de obesidade⁸.

Segundo último Censo divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)⁹, o sobrepeso na população adulta brasileira em 2008-2009 atingiu cerca da metade dos homens e das mulheres. Eram obesos 12,5% dos homens e 16,9% das mulheres, com aumento progressivo da prevalência até a faixa etária entre 45 a 54 anos no gênero masculino e entre 55 a 64 anos no gênero feminino, com queda deste percentual nas faixas etárias subsequentes. O sobrepeso e a obesidade atingiram duas a três vezes mais os homens de maior renda, com destaque nas regiões Sudeste, Sul, Centro-Oeste e nos domicílios urbanos. Nas mulheres, as duas condições se destacaram na classe média e na região Sul do país.

1.1 Repercussões da obesidade na capacidade funcional

A associação da obesidade com distúrbios musculoesqueléticos, justificado pelo aumento da massa corporal imposta ao sistema locomotor, com consequente sobrecarga biomecânica das estruturas e tecidos moles, tais como tendões, cartilagens e fásCIAS musculares¹⁰, podem gerar prejuízo da capacidade funcional e qualidade de vida do indivíduo obeso, gerando aumento dos custos de saúde¹¹⁻¹⁷.

A capacidade funcional engloba a capacidade de caminhar, item importante para desempenho das atividades de vida diárias (AVD's) e qualidade de vida¹⁸⁻²⁵.

Estudos analisando a caminhada de indivíduos obesos identificaram adaptações cinemáticas como comprimento mais curto da passada, aumento do tempo de duplo suporte dos membros inferiores durante a marcha, diminuição da velocidade de marcha e da variação angular da articulação do joelho^{5,9-12,26-30}. Acredita-se que o aumento do gasto energético durante esforço físico pelos obesos, devido ao excesso de massa corporal, pode determinar alteração do padrão da marcha^{22,31,32}.

Estudos prévios demonstraram que não só a quantidade de tecido adiposo, mas principalmente sua distribuição segmentar, pode estar associada a um maior risco cardiovascular^{33,34}. O acúmulo de tecido adiposo na região tóraco abdominal (adiposidade androide) tem sido associado a um

risco elevado de coronariopatias, hipertensão arterial e diabetes *mellitus* tipo II³⁵⁻³⁹, em relação ao acúmulo de tecido adiposo na região dos membros inferiores (adiposidade ginecoide). A medida antropométrica recomendada para classificar o tipo de distribuição preferencial da gordura corporal é a relação cintura-quadril^{35,37,38} (WHR – *waist-to-hip ratio*).

Apesar dos efeitos nocivos da distribuição do tecido adiposo em relação aos riscos cardiovasculares e metabólicos serem bem estabelecidos, as alterações musculoesqueléticas determinadas pela obesidade e sua relação com o acúmulo generalizado e segmentar da gordura necessitam de mais estudos, visto que a associação entre o aumento do IMC com osteoartrite e diminuição da capacidade funcional são bem conhecidas⁴⁰⁻⁴⁴.

A capacidade funcional de um indivíduo pode ser avaliada através de um teste submáximo, de fácil aplicabilidade e baixo custo, como o teste de caminhada de seis minutos (TC6)⁴⁵. Considerando que nossas AVD's são atividades com características submáximas de esforço, o TC6 pode ser utilizado para avaliar a capacidade funcional do indivíduo. O teste, originalmente utilizado para avaliar a resposta ao tratamento clínico, além de preditor de morbidade e mortalidade em pacientes cardiopatas e pneumopatas, vem sendo utilizado em diversas outras condições clínicas⁴⁶⁻

50.

O TC6 determina a distância que um indivíduo pode caminhar rapidamente em uma superfície plana durante 6 minutos, além de avaliar a

resposta integrada de todos os sistemas envolvidos durante o esforço físico (cardiovascular, respiratório, neuromuscular e metabólico). Entretanto, o teste não é capaz de determinar o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) e também não permite o diagnóstico do fator determinante da limitação ao exercício. Durante o teste é possível monitorar a saturação de oxigênio (SatO_2), a frequência cardíaca (FC), a pressão arterial sistêmica (PAS), a pressão arterial diastólica (PAD) e o grau de dispneia e de fadiga dos membros inferiores⁴⁵.

Estudos clínicos⁵¹⁻⁵⁶ vêm demonstrando correlação negativa entre a DTC6 e o IMC. É intuitivo compreender que a obesidade leva a um aumento da carga de trabalho, a qual poderá reduzir a DTC6. Enright *et al* (2003)⁵⁷ observaram que indivíduos com $\text{IMC} > 30\text{kg/m}^2$ caminharam em torno de 85% da DTC6 percorrida por indivíduos eutróficos.

Embora o IMC seja o índice clínico mais utilizado para classificar a gravidade da obesidade, não é capaz de determinar a quantidade de gordura corporal na obesidade, podendo subestimar seu diagnóstico em até 39% dos casos^{58,59}.

A utilização de índices de composição corporal total e segmentar em obesos poderá estimar com mais precisão a capacidade funcional durante deslocamento motor pelo TC6.

OBJETIVO

2 OBJETIVO

O objetivo do presente estudo é correlacionar a distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (DTC6) com o índice de massa corporal, composição corporal total e segmentar, de acordo com a gravidade da obesidade.

MÉTODOS

3 MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética para Análise de Desenvolvimento de Pesquisas – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob o número 01038912.6.0000.0068 e todos os participantes, cientes dos procedimentos de avaliação, objetivos e riscos do estudo, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE – Anexo A).

3.1 Casuística

Foram selecionados 106 pacientes com indicação para tratamento cirúrgico da obesidade no ambulatório da Unidade de Cirurgia Bariátrica e Metabólica da divisão de Cirurgia do Aparelho Digestivo do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Foram incluídos 90 pacientes obesos graves segundo os seguintes critérios de inclusão:

- i) Idade mínima de 18 e máxima de 60 anos;
- ii) IMC entre 40 a 60 kg/m²;
- iii) Ausência de qualquer limitação ortopédica, neuromuscular,

musculoesquelética e reumatológica grave, que pudesse comprometer o TC6 (Teste “*Timed Up and Go*” ≤ 10 segundos⁶⁰);

iv) Ausência de doença pulmonar (teste de espirometria com volumes/fluxos pulmonares $\geq 80\%$ predito^{61,62});

v) Ausência de contraindicação clínica para realização do TC6 segundo as diretrizes da *American Thoracic Society* (ATS⁴⁵), sendo contraindicações absolutas angina instável e infarto agudo do miocárdio prévio e contraindicações relativas frequência cardíaca maior que 120 batimentos por minuto, pressão arterial sistêmica maior que 180 mmHg e pressão arterial diastólica maior ou igual a 100 mmHg;

vi) Presença de mínima capacidade para entender e executar os procedimentos de avaliação.

3.2 Metodologia

3.2.1 Teste “*Timed Up and Go*” (TUG)

Os pacientes eram posicionados numa cadeira com apoio somente em região dorsal do tronco, sendo orientados ao comando do avaliador a se levantar sem ajuda dos membros superiores, caminharem 3 metros (m),

girar 180° e retornar para sentar na cadeira, o mais rápido que pudessem. O paciente recebia a instrução “vá” para realizar o teste e o tempo era cronometrado em segundos (*Sport Timer*®). O paciente foi incluído no estudo se realizasse o teste num tempo menor ou igual a 10 s (**Figura 1**).

Figura 1 – Teste “*Timed Up and Go*” realizado na unidade de cirurgia bariátrica e metabólica/HCFMUSP.

3.2.2 Teste de espirometria

Os pacientes eram posicionados sentados em uma cadeira confortável, cabeça em posição neutra e levemente fixa, com apoio em região dorsal do tronco e nos membros inferiores distais, com os membros superiores em repouso sobre os membros inferiores, com bucais descartáveis e clipe nasal ajustado com objetivo de evitar qualquer

vazamento. Foi realizada a manobra de capacidade vital forçada (*MIR*, *Spirobank II*[®], Roma, Itália) segundo os critérios da European Respiratory Society/American Thoracic Society (ERS/ATS)⁶¹, onde o paciente foi orientado a realizar uma inspiração máxima seguida de expiração máxima e sustentada (em torno de 6 s), até que o avaliador ordenasse a interrupção. Após explicação, o teste era repetido por três vezes, sendo selecionada para interpretação a curva com o melhor desempenho (**Figura 2**).

Foram avaliados e incluídos os pacientes que atingissem ao menos 80% dos valores preditos das seguintes variáveis: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e cavidade vital forçada (VEF₁/CVF) e fluxo expiratório forçado médio entre 25 e 75% do volume da CVF (FEF_{25-75%}) em valores absolutos e calculados os percentuais relativos aos preditos para gênero, estatura e idade⁶².

Figura 2 - Teste de espirometria realizado na unidade de cirurgia bariátrica e metabólica/HCFMUSP.

3.2.3 Medidas antropométricas e composição corporal

Primeiramente foram obtidas as medidas antropométricas, sendo a determinação do peso do paciente determinada com vestimentas leves, sem portar objetos pesados, em posição ortostática, membros inferiores paralelos, sem calçados, olhar ao horizonte, membros superiores ao lado do corpo e sem se movimentar no centro da balança microeletrônica instalada em superfície lisa para se evitar oscilações nas medidas (*Biospace Co., InBody 230®*, EUA com capacidade de 250kg, com intervalos de 100g). A medida da estatura foi feita no milímetro mais próximo, com os pés e calcanhares paralelos, ombros e glúteos encostados no estadiômetro portátil (Estadiômetro Standard Sanny®, Brasil, com régua de 80 até 220 cm, graduada em milímetros). O IMC foi obtido através da fórmula: [massa corporal (kg)/estatura (m²)]. Os pacientes foram classificados de acordo com o IMC em obesos mórbidos (Grupo OM: IMC entre 40 a 49,9 kg/m²) ou superobesos (Grupo SO: IMC entre 50 a 60 kg/m²)^{1,3}.

A seguir, foi realizada a avaliação da composição corporal através da Impedância Bioelétrica (BIA, *Inbody 230®* - **Figura 3 e 4**) com o paciente em posição ortostática, sem se movimentar ou dialogar. O aparelho possui um sistema de eletrodos tetrapolar com 8 pontos táteis (dois para cada membro inferior e superior) realizando a medida dos valores de impedância de cada segmento corporal (membro superior direito e esquerdo, membro inferior direito e esquerdo e tronco), utilizando as frequências 20 KHz e 100 KHz e corrente elétrica de 330 KHz. A análise da BIA baseia-se no modelo de 2

compartimentos e no fato do corpo humano ser constituído de tecidos condutores (ricos em água) e não condutores (massa de gordura) da corrente elétrica, onde em primeiro lugar é calculado a impedância do volume de água do corpo e posteriormente é obtido o valor da massa livre de gordura usando o volume de água no corpo. A massa de gordura corporal é determinada pela redução da massa livre de gordura da massa corporal total⁶³.

A composição química da massa magra corporal é convencionalmente assumida como constante, com uma densidade de $1,1 \text{ kg/m}^3$, sob temperatura de 37°C e concentração de água de 73,3%. Assim, a massa magra dos membros superiores, inferiores e tronco são calculadas multiplicando o valor de volume de água dos membros superiores (a soma do membro superior direito e esquerdo), tronco e membros inferiores (a soma do membro inferior direito e esquerdo) por 1,37. Cada massa corporal magra segmentar é dividida pelo peso total do corpo para estimar a massa corporal magra segmentar⁶³.

Foram obtidas as seguintes variáveis em valores percentuais (%): massa livre de gordura (MLG), massa livre de gordura dos membros superiores (MLG_MS), do tronco (MLG_TR) e dos membros inferiores (MLG_MI), massa de gordura (MG), massa de gordura dos membros superiores (MG_MS), do tronco (MG_TR) e dos membros inferiores (MG_MI).

Figura 3 – Realização da medida da impedância bioelétrica no LEM-IOT/HCFMUSP.

Figura 4 – Exemplo do resultado da composição corporal total e segmentar obtida através da impedância bioelétrica no LEM-IOT/HCFMUSP.

3.2.4 Teste de caminhada de seis minutos (TC6)

O TC6 foi conduzido de acordo com as recomendações da *American Thoracic Society (ATS)*⁴⁵, num corredor plano de 36 m de extensão localizado no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Universidade de São Paulo, com marcação a cada 3 m, sendo o ponto de

virada identificado por um cubo (**Figura 5**).

Foram mensuradas dez minutos antes e imediatamente após o término do TC6, a frequência cardíaca (FC, *Ana Wiz*, ANP 100[®], China), a saturação de oxigênio (SatO₂, *Ana Wiz*, ANP 100[®], China), o escore de dispneia e fadiga⁶⁴ (Anexo B - Escala de *Borg*) e a pressão arterial sistólica e diastólica (*Omron Healthcare Co*[®], LTD, Japão). Os pacientes foram instruídos a caminhar o mais rápido possível (sem correr e sem pular), sendo possível interromper ou sentar quantas vezes fosse necessário, sem interrupção na contagem do tempo. A cada minuto foi realizado incentivo verbal padronizado pela *ATS* (Anexo C). O teste deveria ser interrompido apenas pelas seguintes razões: palidez, câimbras nos membros inferiores, precordialgia e intolerância a dispneia⁴⁵.

Figura 5 - Teste de caminhada de seis minutos realizado no HCFMUSP.

3.2.5 Análise Estatística

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado utilizando um modelo de regressão simples entre a DTC6 (variável resposta) e a gravidade da obesidade, resultando em 90 pacientes.

Foi realizada análise descritiva dos valores através da média, desvio padrão e intervalo de confiança.

Adotou-se a correlação de *Spearman* e *Pearson* para estudar as correlações entre as variáveis (DTC6 com as variáveis: MLG, MLG_MS, MLG_TR, MLG_MI, IMC, MG, MG_MS, MG_TR e MG_MI), sendo considerada uma correlação fraca quando $r \leq 0,3$, moderada quando $0,3 > r \leq 0,7$ e forte quando $r > 0,7$. Foi utilizado o *Teste T* e *Mann-Whitney* para comparação das médias entre os grupos (OM e SO)

Adotou-se um nível de significância inferior a 5% ($p < 0,05$) e um intervalo de confiança de 95%.

O programa estatístico utilizado foi R, versão 3.0.2 (*R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria, 2013).

RESULTADOS

4 RESULTADOS

Conforme fluxograma abaixo (**Figura 6**), 106 pacientes consecutivos foram selecionados, sendo 16 excluídos: IMC > 60 kg/m² (n = 3), recusa em participar do estudo (n = 7), ausência de capacidade mínima de entender e executar os procedimentos de avaliação (n = 1), TUG > 10 s (n = 3) e presença de doenças pulmonares (n = 2). Noventa pacientes foram incluídos no estudo, onde 61 (67,8%) foram incluídos no grupo OM (IMC: 44,7 ± 2,9 kg/m²) e 29 (32,2%) no grupo SO (IMC: 54,2 ± 2,4 kg/m²).

Figura 6 – Fluxograma do estudo realizado na unidade de cirurgia bariátrica e metabólica/HCFMUSP.

4.1 Teste “*Timed Up and Go*” (TUG)

Os valores descritivos do teste “*Timed Up and Go*” encontram-se na **Tabela 1**. Não foi encontrada diferença significativa ($p = 0,804$) entre os grupos OM e SO.

Tabela 1 – Valores descritivos do teste “*Timed Up and Go*” (TUG) em pacientes obesos graves ($n = 90$), grupo OM ($n = 61$), grupo SO ($n = 29$) – HCFMUSP – 2015.

Grupos Variáveis	Total ($n = 90$)	Grupo OM ($n = 61$)	Grupo SO ($n = 29$)
TUG (s)	$7,3 \pm 1,0$	$7,3 \pm 1,0$	$7,4 \pm 1,1$

Nota: resultados expressos em média (teste T)

OM = obesos mórbidos; SO = superobesos; s = segundos; n = tamanho da amostra.

4.2 Teste de espirometria

Todos os pacientes incluídos no estudo não apresentavam alteração espirométrica. Os resultados do teste de espirometria encontram-se na **Tabela 2**. Entre os grupos OM e SO não foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a todos as variáveis do teste de espirometria, com exceção do valor predito da CVF ($p = 0,037$).

Tabela 2 – Valores descritivos do teste de espirometria (valores absolutos e preditos⁶²) em pacientes obesos graves (n = 90), grupo OM (n = 61), grupo SO (n = 29) – HCFMUSP – 2015.

Variáveis \ Grupos	Total (n = 90)	Grupo OM (n = 61)	Grupo SO (n = 29)
CVF (L)	3,3 ± 0,9	3,2 ± 0,8	3,4 ± 1,0
CVF (%)	96,9 ± 13,4	98,7 ± 13,1*	92,0 ± 12,0
VEF ₁ (L)	2,7 ± 0,7	2,7 ± 0,6	2,8 ± 0,8
VEF ₁ (%)	93,9 ± 13,2	95,7 ± 11,4	89,7 ± 6,0
VEF ₁ /CVF	81,9 ± 6,3	81,4 ± 6,2	83,3 ± 6,3
VEF ₁ /CVF (%)	100,6 ± 8,6	100,3 ± 8,4	101,1 ± 9,0
FEF _{25-75%} (L/s)	3,7 ± 0,7	3,5 ± 0,7	4,1 ± 0,7
FEF _{25-75%} (%)	92,0 ± 11,6	90,7 ± 9,7	94,9 ± 14,7

Nota: resultados expressos em média e desvio padrão (teste T e Mann-Whitney). Resultados dos valores absolutos expressos em L e L/s e valores preditos em %.

CVF = capacidade vital forçada; VEF₁ = volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF = relação entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada; FEF_{25-75%} = fluxo expiratório forçado médio entre 25 e 75% do volume da CVF; n = tamanho da amostra; OM = obesos mórbidos; SO = superobesos; * p < 0,05.

4.3 Medidas antropométricas e composição corporal

Os resultados das medidas antropométricas e composição corporal dos pacientes encontram-se na **Tabela 3**. Entre os grupos OM e SO, não foi encontrada diferença significativa (p = 0,752) em relação a estatura. Todas

as variáveis da composição corporal apresentaram diferença significativa ($p < 0,001$), com exceção da MLG_TR e MG_TR, que foram similares entre os dois grupos ($p = 0,506$).

Tabela 3 – Características antropométricas e composição corporal determinada pela impedância bioelétrica em pacientes obesos graves ($n = 90$), grupo OM ($n = 61$), grupo SO ($n = 29$) – HCFMUSP – 2015.

Variáveis \ Grupos	TOTAL $n = 90$	GRUPO OM $n = 61$	GRUPO SO $n = 29$
ESTATURA (cm)	$162,9 \pm 9,3$	$162,8 \pm 8,3$	$163,1 \pm 11,1$
MLG (%)	$49,3 \pm 4,1$	$50,5 \pm 4,1^{**}$	$46,8 \pm 2,8$
MLG_MS (%)	$32,2 \pm 6,4$	$35,1 \pm 5,2^{**}$	$26,2 \pm 4,1$
MLG_TR (%)	$51,0 \pm 3,4$	$51,2 \pm 3,3$	$50,7 \pm 3,6$
MLG_MI (%)	$50,8 \pm 5,2$	$52,4 \pm 4,7^{**}$	$47,4 \pm 4,8$
IMC (kg/m^2)	$47,7 \pm 5,2$	$44,7 \pm 2,9$	$54,2 \pm 2,4^{**}$
MG (%)	$50,7 \pm 4,1$	$49,6 \pm 4,1$	$53,3 \pm 2,8^{**}$
MG_MS (%)	$67,8 \pm 6,4$	$64,9 \pm 5,2$	$73,9 \pm 4,1^{**}$
MG_TR (%)	$49,0 \pm 3,8$	$48,8 \pm 3,3$	$49,3 \pm 3,6$
MG_MI (%)	$49,2 \pm 5,3$	$47,6 \pm 4,7$	$52,6 \pm 4,8^{**}$

Nota = resultados expressos em média e desvio padrão (teste T e Mann-Whitney).

OM = obesos mórbidos; SO = superobesos; n = tamanho da amostra; MLG = massa livre de gordura; MLG_MS = massa livre de gordura dos membros superiores; MLG_TR = massa livre de gordura do tronco; MLG_MI = massa livre de gordura dos membros inferiores; IMC = índice de massa corporal; MG = massa de gordura; MG_MS = massa de gordura dos membros superiores; MG_TR = massa de gordura do tronco; MG_MI = massa de gordura dos membros inferiores; $^{**} p < 0,001$.

4.4 Teste de caminhada de seis minutos (TC6)

Os resultados do TC6 estão resumidos na **Tabela 4**. Todos os pacientes completaram o TC6 sem interrupções ou intercorrências. A média da DTC6 (m) dos pacientes foi de $514,9 \pm 50,3$. O grupo OM ($524,7 \pm 44,0$ m) apresentou uma DTC6 maior ($p = 0,014$) em comparação ao grupo SO ($494,2 \pm 57,0$ m).

Observou-se diferença significativa ($p < 0,001$) em todas as variáveis avaliadas no período basal em relação ao período final do TC6 (**Tabela 4**), exceto para a variável pressão arterial diastólica (PAD, $p = 0,137$).

Tabela 4 – Resultados do teste de caminhada de seis minutos em pacientes obesos graves ($n = 90$), grupo OM ($n = 61$), grupo SO ($n = 29$) – HCFMUSP – 2015. (continua)

Grupos Variáveis	TOTAL $n = 90$	OM $n = 61$	SO $n = 29$
DTC6 (m)	$514,9 \pm 50,3$	$524,7 \pm 44,0^*$	$494,2 \pm 57,0$
Fc (bpm)			
Basal	$83,4 \pm 13,4$	$83,0 \pm 12,7$	$84,1 \pm 15,3$
Após TC6	$147,7 \pm 19,0^{**}$	$147,4 \pm 18,9^{**}$	$147,9 \pm 19,4^{**}$
SatO ₂ (%)			
Basal	$96,3 \pm 1,9$	$96,5 \pm 1,6$	$95,9 \pm 2,5$
Após TC6	$96,7 \pm 1,6$	$96,7 \pm 1,4$	$96,7 \pm 2,0$
PAS (mmHg)			
Basal	$133,9 \pm 18,1$	$134,0 \pm 20,2$	$133,2 \pm 13,8$
Após TC6	$148,7 \pm 20,5^{**}$	$149,7 \pm 19,8^{**}$	$149,4 \pm 21,3^{**}$

Tabela 4 – Resultados do teste de caminhada de seis minutos em pacientes obesos graves (n = 90), grupo OM (n = 61), grupo SO (n = 29) – HCFMUSP – 2015 (conclusão).

PAD (mmHg)			
Basal	84,6 ± 15,0	83,9 ± 11,2	82,9 ± 2,5
Após TC6	84,6 ± 11,0	85,4 ± 11,7	83,2 ± 28
Escore dispneia			
Basal	1,5 ± 2,1	1,8 ± 2,7	2,0 ± 2,0
Após TC6	4,2 ± 2,8**	4,1 ± 2,9**	4,6 ± 2,4**
Escore fadiga			
Basal	2,1 ± 2,8	2,2 ± 3,2	2,3 ± 2,4
Após TC6	4,2 ± 3,1**	3,9 ± 3,0**	4,7 ± 3,2**

Nota = resultados expressos em média e desvio padrão (Teste T e Mann-Whitney).

OM = obesos mórbidos; SO = superobesos; n = tamanho da amostra; DTC6 = distância percorrida no TC6; FC = frequência cardíaca; SATO₂ = saturação de oxigênio; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; * p < 0,05; ** p < 0,001.

As correlações entre a DTC6 com a composição corporal total e segmentar dos pacientes com obesidade grave encontram-se na **Tabela 5**. Foi observada uma correlação positiva significativa entre a DTC6 com a MLG (r = 0,5; p < 0,001), MLG_MS (r = 0,4; p < 0,001), MLG_TR (r = 0,3; p < 0,05), MLG_MI (r = 0,5; p < 0,001) e uma correlação negativa significativa com as variáveis IMC (r = -0,3; p < 0,001), MG (r = -0,5; p < 0,001), MG_MS (r = -0,4; p < 0,001), MG_TR (r = -0,3; p < 0,05) e MG_MI (r = -0,5; p < 0,001).

No grupo OM foi observado uma correlação positiva significativa entre a DTC6 com a MLG ($r = 0,4$; $p < 0,05$), MLG_MS ($r = 0,4$; $p < 0,001$), MLG_TR ($r = 0,3$; $p < 0,05$), MLG_MI ($r = 0,4$; $p < 0,001$) e uma correlação negativa significativa com as variáveis MG ($r = -0,4$; $p < 0,05$), MG_MS ($r = -0,4$; $p < 0,001$) e MG_TR ($r = -0,3$; $p < 0,05$) (**Tabela 5**).

O grupo SO apresentou correlação positiva significativa entre a DTC6 com a MLG ($r = 0,4$; $p < 0,05$), MLG_TR ($r = 0,4$; $p < 0,05$), MLG_MI ($r = 0,4$; $p < 0,05$) e correlação negativa significativa com a MG ($r = -0,5$; $p < 0,05$), MG_TR ($r = -0,4$; $p < 0,05$) e MG_MI ($r = -0,4$; $p < 0,05$) (**Tabela 5**).

Não houve correlação significativa da DTC6 com o IMC nos grupos OM e SO.

Tabela 5 – Correlações entre a DTC6 e as medidas antropométricas e de composição corporal em pacientes obesos graves ($n = 90$), grupo OM ($n = 61$), grupo SO ($n = 29$) – HCFMUSP – 2015. (continua)

Grupos Variáveis	Total ($n = 90$) r (IC 95%)	OM ($n = 61$) r (IC 95%)	SO ($n = 29$) r (IC 95%)
IMC (kg/m^2)	-0,3 (-0,6;-0,2)**	-0,2 (-0,6;0,0)	-0,2 (-0,6;0,2)
MLG (%)	0,5 (0,3;0,7)**	0,4 (0,2;0,7)*	0,5 (0,1;0,7)*
MLG_MS (%)	0,4 (0,2;0,6)**	0,4 (0,1;0,6)**	0,1 (-0,3;0,5)
MLG_TR (%)	0,3 (0,1;0,5)*	0,3 (0,0;-0,6)*	0,4 (0,0;0,7)*
MLG_MI (%)	0,5 (0,3;0,7)**	0,4 (-0,2;-0,7)**	0,4 (0,0;0,7)*
MG (%)	-0,5 (-0,7;-0,3)**	-0,4 (-0,7;-0,2)*	-0,5 (-0,7;-0,1)*

Tabela 5 – Correlações entre a DTC6 e as medidas antropométricas e de composição corporal em pacientes obesos graves (n = 90), grupo OM (n = 61), grupo SO (n = 29) – HCFMUSP – 2015 (conclusão).

MG_MS (%)	-0,4 (-0,6;-0,2)**	-0,4 (-0,6;-0,1)**	-0,1 (-0,5;0,3)
MG_TR (%)	-0,3 (-0,6;-0,2)*	-0,3 (-0,6;0,0)*	-0,4 (-0,7;0,0)*
MG_MI (%)	-0,5 (-0,7;-0,3)**	-0,4 (-0,6;0,0)	-0,4 (-0,7;0,0)*

Nota: resultados expressos com IC 95% (Sperman e Pearson).

MLG = massa livre de gordura; MLG_MS = massa livre de gordura dos membros superiores; MLG_TR = massa livre de gordura do tronco; MLG_MI = massa livre de gordura dos membros inferiores; IMC = índice de massa corporal; MG = massa de gordura; MG_MS = massa de gordura dos membros superiores; MG_TR = massa de gordura do tronco; MG_MI = massa de gordura dos membros inferiores; r = valor de correlação; IC 95% = intervalo de confiança de 95%, * p < 0,05; ** p < 0,001.

DISCUSSÃO

5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi correlacionar a distância percorrida durante o TC6 com o IMC, composição corporal total e segmentar, de acordo com a gravidade da obesidade no pré-operatório de cirurgia bariátrica.

A caminhada é uma prática bastante conveniente para combater os fatores de risco cardiovasculares e metabólicos^{12,13}. No entanto, esta prática encontra-se prejudicada pela obesidade grave em decorrência do excesso de peso, fazendo com que o indivíduo obeso apresente um maior consumo de oxigênio e uma maior dispneia ao realizar esforço físico¹¹. Além disso, o desempenho na caminhada sofre influência negativa pela presença de quadros algicos articulares (região lombar da coluna vertebral, quadril, joelhos e tornozelos)⁴¹ reduzindo a velocidade da caminhada¹⁴.

A obesidade severa é capaz de afetar a capacidade funcional e a aptidão para caminhar. A importância da avaliação funcional de pacientes com obesidade mórbida é bem documentada^{7-09,11,16,53-56}.

Existem diversos testes que podem avaliar a capacidade funcional, entre eles o TC6. Atualmente, o TC6 vem sendo utilizado para avaliar a capacidade funcional de pacientes obesos mórbidos em realizar suas AVD's, uma vez que o indivíduo avaliado determina a sua própria intensidade de exercício sem atingir a capacidade máxima de esforço, refletindo melhor sua capacidade submáxima de esforço⁶⁵⁻⁷⁰.

Além de sua fácil aplicabilidade e baixo custo, o TC6 possui a possibilidade de avaliar a capacidade de caminhar do indivíduo obeso, além de fornecer informações sobre o funcionamento dos sistemas cardiovascular e respiratório^{13,65,71,72}.

Diferentes protocolos são encontrados na literatura para a execução do TC6, demonstrando alterações no desempenho durante o teste. Estudos referem uma maior DTC6 quando o teste é realizado com acompanhamento de um avaliador e uma menor distância percorrida pela ausência de estímulos verbais adequados e realização do teste em corredor menor que 30 metros^{7,12}. Em nosso estudo, para evitar tais interferências, optamos por seguir rigorosamente a padronização sugerida pela ATS⁴⁵, onde realizamos o teste num corredor de 36 metros, sem acompanhamento de um avaliador e com estímulos verbais padronizados a cada minuto do teste (Anexo C).

Além dos fatores relacionados a padronização inadequada do teste, outros fatores relacionados ao próprio indivíduo podem influenciar negativamente a DTC6 como idade avançada, excesso de peso, baixa estatura, doenças cardiopulmonares e musculoesqueléticas^{45,51}. Em nosso estudo foram excluídos os extremos de idade e os portadores de distúrbios cardiopulmonares ou musculoesqueléticos, que poderiam apresentar uma pior capacidade funcional proveniente dos distúrbios apresentados e não somente do excesso de peso.

Em nossa casuística a média da DTC6 dos pacientes obesos graves ($514,9 \pm 50,3$ m) foi maior que a observada em estudos prévios^{54,57,73-76}. Os

pacientes obesos graves apresentaram desempenho funcional semelhante a indivíduos saudáveis^{30,49,51,77-79}.

Em estudos prévios^{19,76,80}, pacientes obesos mórbidos apresentaram capacidade funcional semelhante a indivíduos idosos⁸¹ ou pacientes com doenças cardíacas^{47,82,83} ou pulmonares^{48,57,84-86}. Poucos estudos demonstraram desempenho funcional semelhante ao nosso em portadores de obesidade grave^{12,54,87,88}. Algumas hipóteses podem explicar o melhor desempenho funcional observado. Nossos pacientes poderiam apresentar uma melhor capacidade funcional, o que é pouco provável, pois o grupo estudado apresentava características semelhantes (IMC, gênero e idade) aos pacientes obesos mórbidos incluídos em outros estudos. Outra hipótese poderia estar relacionada a problemas metodológicos durante a realização do TC6 em estudos prévios, como a utilização de corredor menor que o padronizado pela ATS⁴⁵ (< 30 m), estímulo verbal inadequado ou medição incorreta da distância percorrida ao final do teste. Outra possibilidade seria a inclusão inadvertida de pacientes com doenças cardiopulmonares, neuromusculares, musculoesqueléticas ou reumatológicas que pudessem reduzir a DTC6.

Observou-se também diferença significativa na média da DTC6 entre os grupos obesos mórbidos e superobesos^{19,53-55,76,80}. Deve-se ressaltar que a diferença na capacidade funcional entre os grupos não pode ser atribuída a estatura, uma vez que não foi observada diferença significativa entre os grupos. Estudos mostram que indivíduos com estatura elevada, apresentam

um aumento do comprimento da passada dos membros inferiores durante a caminhada, gerando uma maior DTC⁶⁴⁵.

Nossos resultados demonstraram pior capacidade funcional nos pacientes superobesos, o que pode ser explicado tanto pela maior quantidade percentual de massa de gordura total quanto pela sua distribuição segmentar^{53,54,81}. Os pacientes superobesos apresentaram maior concentração percentual de gordura em membros superiores e inferiores ($p < 0,001$) que os pacientes obesos mórbidos.

Com relação a distribuição corporal, existe correlação bem estabelecida entre o acúmulo de tecido adiposo na região abdominal e as comorbidades associadas a obesidade^{89,90}. Porém, não existem estudos correlacionando a capacidade funcional de acordo com a composição corporal segmentar (massa livre de gordura e massa de gordura) em obesos graves.

O excesso de tecido adiposo nos membros inferiores determina desvantagem biomecânica com conseqüente alterações do padrão de marcha. Este acúmulo segmentar de gordura favorece o desalinhamento da articulação do joelho (*geno valgo*), com alteração do desempenho motor, como velocidade reduzida, maior tempo na fase de duplo apoio, menor tempo no período de balanço e um aumento da base de suporte dos membros inferiores durante o deslocamento motor^{27,91-94}. Além das alterações biomecânicas, o acúmulo de tecido adiposo nos membros

inferiores também é capaz de promover a fricção da pele e dor entre os membros inferiores durante a caminhada¹².

Indivíduos obesos com predomínio de tecido adiposo na região abdominal e do tronco apresentam deslocamento anterior do centro de gravidade corporal, necessitando de um maior torque dos músculos dorsiflexores da articulação do tornozelo para manter um equilíbrio postural adequado⁹⁵.

Entretanto, não observamos diferença significativa entre o percentual de gordura de tronco entre os grupos obesos mórbidos e superobesos, sugerindo que o pior desempenho funcional observado nos SO não esteja relacionado com o acúmulo central de gordura corporal.

Os pacientes obesos graves apresentaram correlação positiva significativa ($p < 0,001$) entre a DTC6 e a MLG, confirmando resultados anteriores observados em indivíduos de faixa etária variável com diversos graus de obesidade^{96,97}. Observamos também correlação negativa significativa ($p < 0,001$) entre a DTC6 e o IMC, com menor⁹⁸ ou maior correlação^{54,75,80} em relação ao nosso estudo ($r = -0,3$). Entretanto, o IMC não foi um bom preditor da capacidade funcional quando os pacientes foram classificados de acordo com a gravidade da obesidade (obesos mórbidos x superobesos)^{59,96}.

Ao contrário, nossos resultados mostraram que a massa de gordura percentual manteve correlação negativa significativa ($p < 0,05$) com a DTC6, mesmo quando os pacientes foram classificados em obesos mórbidos ou

superobesos, sugerindo que a composição corporal (massa de gordura corporal) pode explicar melhor a DTC6 do que o IMC.

Os grupos OM e SO apresentaram diferentes correlações da DTC6 com a composição corporal segmentar. Nossos pacientes OM apresentaram correlação positiva significativa entre a DTC6 e a MLG_MS, MLG_MI ($p < 0,001$) e MLG_TR ($p < 0,05$) e correlação negativa significativa com a MG_MS ($p < 0,001$) e MG_TR ($p < 0,05$), enquanto que os pacientes SO apresentaram correlação positiva significativa com a MLG_TR e MLG_MI ($p < 0,05$) e correlação negativa significativa com MG_TR e MG_MI ($p < 0,05$).

É sabido que a capacidade funcional do indivíduo obeso é determinada por diversos fatores que não somente o IMC. O consumo máximo de oxigênio, a capacidade de gerar força do músculo quadríceps e o sedentarismo foram considerados fortes preditores da DTC6 em indivíduos com obesidade grau I e II¹². Em outro estudo, o IMC, a estatura, a frequência cardíaca e a presença de quadro álgico foram consideradas melhores preditores da capacidade funcional de obesos avaliados através do TC6²⁰.

Portanto, nossos resultados podem não ter apresentado correlações fortes, pois a capacidade funcional do indivíduo obeso grave depende de vários fatores, e não somente da composição corporal.

Não existem estudos prévios correlacionando a DTC6 com a composição corporal segmentar na obesidade grave. Em nosso estudo, a composição corporal segmentar, e não o IMC correlacionou-se melhor com o desempenho funcional avaliado através do TC6 na obesidade grave,

sugerindo que o IMC não deve ser utilizado como preditor da capacidade funcional em obesos graves. De fato, nossos dados demonstraram uma melhor capacidade funcional naqueles pacientes com maior quantidade de massa livre de gordura e naqueles com menor quantidade de massa de gordura, tanto total quanto segmentar.

Desta maneira, nossos resultados sugerem que os pacientes SO apresentaram pior capacidade funcional provavelmente devido a maior concentração de massa de gordura total e segmentar em membros inferiores em comparação aos pacientes OM.

CONCLUSÕES

6 CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos através do teste de caminhada de seis minutos e da impedância bioelétrica em portadores de obesidade grave permitiu as seguintes conclusões:

1. A massa livre de gordura corporal total e segmentar indicam melhor capacidade funcional, enquanto que a massa de gordura corporal total e segmentar estão associadas a piora da capacidade funcional na obesidade grave avaliada através do TC6. O índice de massa corporal não é o melhor preditor de desempenho funcional de acordo com a gravidade da obesidade;
2. A massa livre de gordura dos membros superiores, tronco e membros inferiores nos pacientes obesos mórbidos e a massa livre de gordura de tronco e membros inferiores nos pacientes superobesos indicam melhor capacidade funcional avaliada através do TC6;
3. A massa de gordura dos membros superiores e tronco nos pacientes obesos mórbidos e a massa de gordura de tronco e membros inferiores nos pacientes superobesos indicam pior capacidade funcional avaliada através do TC6.

7 ANEXOS

Anexo A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

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

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

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

2.RESPONSÁVEL LEGAL

.....
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)
.....

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

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: Correlação entre a
composição corporal e capacidade de caminhar em obesos graves

PESQUISADOR : Roberto de Cleva

CARGO/FUNÇÃO: Prof. Livre-docente

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 57574

UNIDADE DO HCFMUSP: Unidade de Cirurgia Bariátrica e Metabólica da
Divisão de Cirurgia do Aparelho Digestivo do Hospital das Clínicas da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO	☒	RISCO MÉDIO	☐
RISCO BAIXO	☐	RISCO MAIOR	☐

4.DURAÇÃO DA PESQUISA : um ano

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

1 – Esta pesquisa pretende avaliar a sua capacidade de caminhar, e a resposta do seu coração, pulmão e músculos com a realização de uma caminhada simples antes da sua cirurgia de emagrecimento e quanto de gordura, músculo e água você possui.

2 – Assim você irá realizar cinco testes, o primeiro você será pesado em uma balança com roupas leves e descalço, depois iremos medir sua altura através de uma régua de parede, você ficará em pé olhando para frente sem se movimentar. Segundo teste você estará sentado numa cadeira com apoio nas costas, e quando eu disser para iniciar você irá levantar, caminhar o mais rápido que puder, porém sem correr até uma marcação que estará no chão, irá virar-se e caminhar de volta a cadeira e sentar-se. Você poderá parar ou descansar durante o teste, porém não poderá sentar-se até o fim do teste. Terceiro teste: sentado em uma cadeira, colocarei um clipe no seu nariz para você respirar somente pela boca, e será colocado um bocal na sua boca, onde você irá puxar o ar o mais profundo que puder e soltar o mais profundo que puder, será repetido este teste por três vezes. Quarto teste iremos para o Instituto de Ortopedia do Hospital das Clínicas você

ficará descalço com roupas leves e sem nenhum metal junto ao corpo, irá subir em uma balança e segurar com cada mão em um local específico da balança irá ficar por 30 segundos sem movimentos bruscos. O quinto teste você irá sentar numa cadeira por dez minutos, irei colocar no seu terceiro dedo da mão direita um aparelho em forma de dedeira que irá mostrar seus batimentos cardíacos e quantidade de oxigênio que está circulando no seu sangue, depois irei com o aparelho de pressão, medir sua pressão arterial, você também irá receber uma folha com uma escala em forma de régua, onde você irá me dizer numa régua de 0 – 10, o quanto você está cansado e o quanto está difícil para você respirar naquele momento, sendo 0 nenhum cansaço ou nenhuma falta de ar e 10 o máximo de cansaço e o máximo de falta de ar. Após anotar este dado você irá ficar de pé com o aparelho em forma de dedeira no terceiro dedo da mão direita, e quando eu disser iniciar, você irá andar o mais rápido que puder, porém sem correr até a direção de uma outra cadeira que estará no outro lado do corredor e retornar quantas vezes conseguir até completar o tempo de seis minutos, você poderá parar quantas vezes quiser durante o teste, e poderá sentar quantas vezes quiser, a cada minuto irei te falar quanto tempo falta para acabar o teste. Ao fim dos seis minutos, você irá se sentar e irei medir novamente todos os dados que avaliei antes do teste.

3 – Não é esperado qualquer tipo de risco para você ao participar do estudo. Não haverá nenhum benefício do estudo para o seu caso, mas os resultados podem contribuir para o tratamento de outros pacientes com a doença.

4 – Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o **Dr. Roberto de Cleve**, que pode ser encontrado no endereço Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 255, 9 andar ICHC, sala 9023, Telefone(s) 3069-6876 . Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel.: 3069-

6442 ramais 16, 17, 18 ou 20, FAX: 3069-6442 ramal 26 – E-mail: cappesq@hcnet.usp.br

5 - É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição.

6 - Direito de confidencialidade – as informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgado a identificação de nenhum paciente.

7 – Direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas, quando em estudos abertos, ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores.

8 – Despesas e compensações: não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

9 – Compromisso do pesquisador de utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo **“Correlação entre a composição corporal e capacidade de caminhar em obesos graves”**.

Eu discuti com o Dr. Roberto de Cleva sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho

garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

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

Assinatura da testemunha Data ____ / ____ / ____
para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semianalfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

(Somente para o responsável do projeto)

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

Assinatura do responsável pelo estudo Data ____ / ____ / ____

Anexo B – Escala de *Borg*⁶⁴ para dispneia e fadiga utilizado antes e após o teste de caminhada de seis minutos

0	Nenhuma
0,5	Muito, muito leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderada
4	Pouco intensa
5	Intensa
6	
7	Muito intensa
8	
9	
10	Muito, muito intensa (máxima)

Anexo C – Modelo de incentivo verbal padronizado pela American Thoracic Society⁴⁵ utilizado durante o teste de caminhada de seis minutos

Após o primeiro minuto, dizer ao paciente o seguinte (no mesmo tom): "Você está indo bem. Você tem 5 minutos para o final."

Quando o cronômetro mostrar quatro minutos restantes, dizer ao paciente o seguinte: "Mantenha o bom trabalho. Você tem 4 minutos para o final."

Quando o cronômetro mostrar 3 minutos restantes, dizer ao paciente o seguinte: "Você está indo bem. Está a meio caminho feito. "

Quando o cronômetro mostrar 2 minutos restantes, dizer ao paciente o seguinte: "Mantenha o bom trabalho. Você tem apenas dois minutos para terminar."

Quando o cronômetro mostrar apenas 1 minuto do final, dizer ao paciente: "Você está indo bem. Você tem apenas um minuto para terminar."

Se o paciente parar de andar durante o teste e precisar de um descanso, deve - se dizer o seguinte: "Você pode se apoiar contra a parede se você preferir, ou então continue andando se você sentir capaz."

Quando o cronômetro faltar 15 segundos para o término do teste, dizer o seguinte: "Em um momento eu vou dizer-lhe para parar. Quando eu o disser, é só parar exatamente onde você está e eu vou ao seu encontro."

Quando o teste terminar dizer: "Pare".

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. WHO Global status report on noncommunicable diseases 2010 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2011 [cited 2015 Jan 26]. Available from: http://www.who.int/nmh/publications/ncd_report2010/en/.
2. Ogden CL, Yanovski SZ, Carroll MD, Flegal KM. The epidemiology of obesity. *Gastroenterology*. 2007;132:2087-102.
3. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2000;894:1-253.
4. Kelly T, Yang W, Chen CS, Reynolds K, He J. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *Int J Obes*. 2008;32:1431-7.
5. Monteiro CA, Benicio MHD'A, Conde WL, Popkin BM. Shifting obesity trends in Brazil. *Eur J Clin Nutr*, 2000; 54:342-6.
6. Batista Filho M, Rissin A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. *Cad Saúde Pública*. 2003;19:181-91.
7. Batista Filho M, Souza AL, Miglioli TC, Santos MC. Anemia e obesidade: um paradoxo da transição nutricional brasileira. *Cad Saúde Pública*. 2008;24:247-57.
8. Sales-Peres SHC, Goya S, Sant'Anna RMF, Silva HM, Sales-Peres AC, Silva RPR, Luris JRP, Bastos JRM. Prevalência de sobrepeso e obesidade e fatores associados em adolescentes na região centro-

- oeste do estado de São Paulo (SP, Brasil). *Ciênc. saúde coletiva* . 2010;15:3175-84.
9. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.
 10. Felson DT. Does excess weight cause osteoarthritis and, if so, why? *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1996;55:668-70.
 11. Browning RC, Baker EA, Herron JA, Kram R. Effects of obesity and sex on the energetic cost and preferred speed of walking. *J Appl Physiol*. 2006;100:390-8.
 12. Hulens M, Vansant G, Claessens AL, Lysens R, Muls E. Predictors of 6-minute walk test results in lean, obese and morbidly obese women. *Scand J Med Sci Sports*. 2003;13:98-105.
 13. Cooper C, Inskip H, Croft P, Campbell L, Smith G, McLaren M, Coggon D. Individual risk factors for hip osteoarthritis: obesity, hip injury, and physical activity. *Am J Epidemiol*. 1998;147:516-22.
 14. Hulens M, Vansant G, Claessens AL, Lysens R, Muls E. Exercise capacity in lean versus obese women. *Scand J Med Sci Sports*. 2001;11:305-9.
 15. Wen LM, Orr N, Millett C, Rissel C. Driving to work and overweight and obesity: findings from the 2003 New South Wales Health Survey, Australia. *Int J Obes*. 2006;30:782-6.

16. Hemmingsson E, Ekelund U. Is the association between physical activity and body mass index obesity dependent? *Int J Obes.* 2007;31:663-8.
17. Anandacoomarasamy A, Caterson I, Sambrook P, Fransen M, March L. The impact of obesity on the musculoskeletal system. *Int J Obes.* 2008;32:211-22.
18. de Souza SA, Faintuch J, Valezi AC, Sant' Anna AF, Gama-Rodrigues JJ, de Batista Fonseca IC, Souza RB, Senhorini RC. Gait cinematic analysis in morbidly obese patients. *Obes Surg.* 2005;15:1238-42.
19. de Souza SA, Faintuch J, Fabris SM, Nampo FK, Luz C, Fabio TL, Sitta IS, de Batista Fonseca IC. Six-minute walk test: functional capacity of severely obese before and after bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis.* 2009;5:540-3.
20. Larsson UE, Mattsson E. Functional limitations linked to high body mass index, age and current pain in obese women. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001;25:893-9.
21. Coakley EH, Kawachi I, Manson JE, Speizer FE, Willet WC, Colditz GA. Lower levels of physical functioning are associated with higher body weight among middle-aged and older women. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1998;22:958-65.
22. Mattsson E, Larsson UE, Rössner S. Is walking for exercise too exhausting for obese women? *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1997;21:380-6.

23. Lai PP, Leung AK, Li AN, Zhang M. Three-dimensional gait analysis of obese adults. *Clin Biomech.* 2008;23:2-6.
24. Larsson U, Karlsson J, Sullivan M. Impact of overweight and obesity on health-related quality of life - a Swedish population study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002;26:417-24.
25. Kolotkin RL, Meter K, Williams GR. Quality of life and obesity. *Obes Rev.* 2001;2:219-29.
26. Spyropoulos P, Pisciotta JC, Pavlou KN, Cairns MA, Simon SR. Biomechanical gait analysis in obese men. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;72:1065-70.
27. McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Arch Phys Med Rehabilitation.* 2000; 81:484-9.
28. Messier SP. Osteoarthritis of the knee and associated factors of age and obesity: effects on gait. *Med Sci Sports Exerc.* 1994; 26:1446-52.
29. Messier S, Gutekunst DJ, Davis C, Devita P. Weight Loss Reduces Knee-Joint Loads in Overweight and Obese Older Adults With Knee Osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2005; 52: 2026-32.
30. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158:1384-7.
31. de Souza SA, Faintuch J, Valezi AC, Sant'Anna AF, Gama-Rodrigues JJ, Fonseca, ICB, Souza RB, Senhorini RC. Gait cinematic analysis in morbidly obese patients. *Obes Surg.* 2005;15:1238-42.

32. Hills AP, Hennig EM, McDonald M, Bar-Or O. Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001;25:1674-9.
33. Allison DB, Faith MS, Heo M, Kotler DP. Hypothesis concerning the U-shaped relation between body mass index and mortality. *Am J Epidemiol*. 1997;146:339-49.
34. Baumgartner RN, Heymsfield SB, Roche AF. Human body composition and the epidemiology of chronic disease. *Obes Res*. 1995;3:73-95.
35. Vazquez G, Duval S, Jacobs DR Jr, Silventoinen K. Comparison of body mass index, waist circumference, and waist/hip ratio in predicting incident diabetes: a meta-analysis. *Epidemiol Rev*. 2007;29:115-28.
36. Canoy D. Distribution of body fat and risk of coronary heart disease in men and women. *Curr Opin Cardiol*. 2008;23:591-8.
37. de Koning L, Merchant AT, Pogue J, Anand SS. Waist circumference and waist-to-hip ratio as predictors of cardiovascular events: meta-regression analysis of prospective studies. *Eur Heart J*. 2007;28:850-6.
38. Gustat J, Elkasabany A, Srinivasan S, Bereson S. Relation of abdominal height to cardiovascular risk factors in young adults. *Am J Epidemiol*. 2000;151:885-91.
39. Visscher TL, Seidell JC, Molarius A, Van Der Kuip D, Hofman A, Witteman JC. A comparison of body mass index, waist-hip ratio and

- waist circumference as predictors of all-cause mortality among the elderly: The Rotterdam study. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001; 25:1730-5.
40. Clark DO, Stump TE, Wolinsky FD. Predictors of onset of and recovery from mobility difficulty among adults aged 51-61 years. *Am J Epidemiol*. 1998;148:63-71.
41. Davison KK, Ford ES, Cogswell ME, Dietz WH. Percentage of body fat and body mass index are associated with mobility limitations in people aged 70 and older from NHANES III. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50:1802-9.
42. Ferraro KF, Su Y, Gretebeck RJ, Black DR, Badylak SF. Body Mass Index and Disability in Adulthood: A 20-Year Panel Study. *American Journal of Public Health*. 2002;92:834-40.
43. Jensen GL, Friedmann JM. Obesity is associated with functional decline in community-dwelling rural older persons. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50:918-23.
44. Ostbye T, Taylor DH Jr, Krause KM, Van Scoyoc L. The role of smoking and other modifiable lifestyle risk factors in maintaining and restoring lower body mobility in middle-aged and older Americans: results from the HRS and AHEAD. Health and Retirement Study. Asset and Health Dynamics Among the Oldest Old. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50:691-9.
45. 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;166:111-7.
46. Makni E, Moalla W, Trabelsi Y, Lac G, Brun JF, Tabka Z, Elloumi M. Six-minute walking test predicts maximal fat oxidation in obese children. *Int J Obes*. 2012;36:908-13.
47. Rubim VSM, Drumond NC, Romeo JLM, Montera MW. Prognostic value of the six-minute walk test in heart failure. *Arq Bras Cardiol*. 2006; 86:120-5.
48. Rodrigues SL, Mendes HF e, Viegas CA de A. Six minutes walk test: study of the effect of learning in chronic obstructive pulmonary disease patients. *J bras pneumol*. 2004;30:121-5.
49. Iwama 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;42:1080-5.
50. Camarri B, Eastwood PR, Cecins NM, Thompson PJ, Jenkins S. Six minute walk distance in healthy subjects aged 55-75 years. *Respir Med*. 2006;100:658-65.
51. Wu G, Sanderson B, Bittner V. The 6-minute walk test: how important is the learning effect? *Am Heart J*. 2003;146:129-33.
52. Bannerman E, Miller MD, Daniels LA, Cobiac L, Giles LC, Whitehead C, Andrews GR, Crotty M. Anthropometric indices predict physical function and mobility in older Australians: the Australian Longitudinal Study of Ageing. *Public Health Nutr*. 2002;5:655-62.

53. Beriault K, Carpentier AC, Gagnon C, Ménard J, Baillargeon JP, Ardilouze JL, Langlois MF. Reproducibility of the 6-minute walk test in obese adults. *Int JSports Med*. 2009;30:725-7.
54. Larsson UE, Reynisdottir S. The six-minute walk test in outpatients with obesity: reproducibility and known group validity. *Physiother Res Int*. 2008;13:84-93.
55. Freitas JIF, Rosa CSC, Codogno JS, Bueno DR, Buonani C, Conterato I *et al*. Cardiorespiratory fitness and body fat distribution in women with 50 years or more. *Rev esc enferm*. 2010;44:395-400.
56. de Souza SA, Faintuch J, Fabris SM, Nampo FK, Luz C, Fabio TL, Sitta IS, de Batista Fonseca IC. Six-minute walk test: functional capacity of severely obese before and after bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis*. 2009;5:540-3.
57. Enright PL, McBurnie MA, Bittner V, Tracy RP, McNamara R, Arnold A, Newman AB. The 6-min walk test: a quick measure of functional status in elderly adults. *Chest*. 2003;123:387-98.
58. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, Thomas RJ, Collazo-Clavell ML, Korinek J, Allison TG, Batsis JA, Sert-Kuniyoshi FH, Lopez-Jimenez F. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *Int J Obes*. 2008;32:959-66.
59. Shah NR, Braverman ER. Measuring adiposity in patients: the utility of body mass index (BMI), percent body fat, and leptin. *PLoS One*. 2012;7:e33308.

60. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39:142-8.
61. Brusasco V, Crapo R, Viegi G. Coming together: the ATS/ERS consensus on clinical pulmonary function testing. *European Respiratory Journal.* 2005;26:1-2.
62. Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG, et al. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira. *J Pneumol.* 1992; 18:10-2.
63. Karelis AD, Chamberland G, Aubertin-Leheudre M, Duval C; Ecological mobility in Aging and Parkinson (EMAP) group. Validation of a portable bioelectrical impedance analyzer for the assessment of body composition. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2013;38:27-32.
64. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14:377-81.
65. Hills AP, Byrne NM, Wearing S, Armstrong T. Validation of intensity of walking for pleasure in obese adults. *Preventive Medicine.* 2006;42: 47-50.
66. Wang X, Lyfes MF, You T, Berry MJ, Rejeski WJ, Nicklas BJ. Weight Regain is Related to Decreases in Physical Activity during Weight Loss. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2008; 40:1781-8.
67. Koenig SM. Pulmonary complications of obesity. *The American Journal of the Medical Sciences.* 2001; 231:249-79.

68. Parameswaran K, Todd DC, Soth M. Altered respiratory physiology in obesity. *Canadian Respiratory Journal*. 2006; 13: 203-10.
69. Harrington JM, Wells CL. Cardiovascular and Pulmonary Considerations of the Obese Patient for the Rehabilitation Clinician. *Bariatric Nursing and Surgical Patient Care*. 2007; 2: 267-80.
70. Alpert M, Terry B, Hamm C, Fan T, Cohen M. Effect of weight loss on the ECG of normotensive morbidly obese patients. *Chest*. 2001;119:507–10.
71. Christou NV, Look D, MacLean LD. Weight Gain After Short-and Long-Kimb Gastric Bypass in Patients Followed for Longer Than 10 years. *Annals of Surgery*. 2006; 244: 734-40.
72. Faria SL, Kelly E, Faria OP. Energy Expenditure and Weight Regain in Patients Submitted to Roux-en-Y Gastric Bypass. *Obes Surg*. 2009; 19:856-59.
73. Donini LM, Brunani A, Sirtori A, Savina C, Tempera S, Cuzzolaro M, Spera G, Cimolin V, Precilios H, Raggi A, Capodaglio P; SIO-ISDCA Task Force. Assessing disability in morbidly obese individuals: the Italian Society of Obesity test for obesity-related disabilities. *Disabil Rehabil*. 2011;33:2509-18.
74. Tompkins J, Bosch PR, Chenowith R, Tiede JL, Swain JM. Changes in functional walking distance and health-related quality of life after gastric bypass surgery. *Phys Ther*. 2008;88:928-35.
75. Donini LM, Poggiogalle E, Mosca V, Pinto A, Brunani A, Capodaglio

- P. Disability affects the 6-minute walking distance in obese subjects (BMI>40 kg/m²). *PLoS One*. 2013;8:e75491.
76. Maniscalco M, Zedda A, Giardiello C, Faraone S, Cerbone MR, Cristiano S, Sofia M. Effect of bariatric surgery on the six-minute walk test in severe uncomplicated obesity. *Obes Surg*. 2006;16:836-41.
77. Soares KKD, Gomes ELFD, Beani Júnior A, Oliveira LVF de, Sampaio LMM, Costa D. Evaluation of physical performance and functional breathing in obese people. *Fisioter mov*. 2011;24:697-704.
78. Dourado VZ, Vidotto MC, Guerra RLF. Reference equations for the performance of healthy adults on field walking tests. *J bras pneumol*. 2011;37:607-14.
79. Casanova C, Celli BR, Barria P, Casas A, Cote C, de Torres JP, Jardim J, Lopez MV, Marin JM, Montes de Oca M, Pinto-Plata V, Aguirre-Jaime A. The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries. *Eur Respir J*. 2011;37:150-6.
80. de Souza SA, Faintuch J, Sant'anna AF. Effect of weight loss on aerobic capacity in patients with severe obesity before and after bariatric surgery. *Obes Surg*. 2010;20:871-5.
81. Lord SR, Menz HB. Physiologic, psychologic, and health predictors of 6-minute walk performance in older people. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83:907-11.
82. Roberts E, Li FKW, Sykes K. Validity of the 6-minute walk test for

- assessing heart rate recovery after an exercise-based cardiac rehabilitation programme. *Physiotherapy*. 2006;92:116-21.
83. Mont'Alverne DGB, Galdino LM, Pinheiro MC, Levy CS, Vasconcelos GG de, Souza Neto JD de, Mejía JAC. Clinical and functional capacity of patients with dilated cardiomyopathy after four years of transplantation. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2012;27:562-9.
84. Rosa FW, Camelier A, Mayer A, Jardim JR. Evaluating physical capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: comparing the shuttle walk test with the encouraged 6-minute walk test. *J bras pneumol*. 2006;32:106-13.
85. Lee SS, Kim C, Jin YS, Oh YM, Lee SD, Yang YJ, Park YB. Effects of home-based pulmonary rehabilitation with a metronome-guided walking pace in chronic obstructive pulmonary disease. *J Korean Med Sci*. 2013;28:738-43.
86. Bruyneel M, Jacob V, Sanida C, Ferrali O, Ameye L, Ninane V, Sergysels R. Determining factors of walking distance during 6-minutes walk test in COPD patients. *Rev Mal Respir*. 2012;29:1104-10.
87. Ekman MJ, Klintenberg M, Björck U, Norström F, Ridderstråle M. Six-minute walk test before and after a weight reduction program in obese subjects. *Obesity*. 2013;21:236-43.
88. Capodaglio P, De Souza SA, Parisio C, Precilios H, Vismara L, Cimolin V, Brunani A. Reference values for the 6-Min Walking Test in obese subjects. *Disabil Rehabil*. 2013;35:1199-203.

89. Deusinger SS, Deusinger RH, Racette SB. The Obesity Epidemic: Health Consequences and Implications for Physical Therapy. *PT Magazine*.2004;3:82-104.
90. Welch G, Wesolowski C, Piepul B, Kuhn J, Romanelli J, Garb J. Physical Activity Predicts Weight Loss Following Gastric Bypass Surgery: Findings from a Support Group Survey. *Obes Surg*.2008;18: 517-24.
91. Cachepe WJC, Shifflett B, Kahanov L, Wughalter EH. Reliability of Biodex Balance System measures. *Meas Phys Educ Exerc Sci*.2001; 5:97-108.
92. Ledin T. Odkvist LM. Effects of increased inertial load in dynamic and randomized perturbed posturography. *Acta Otolaryngol*.1993;113:249-52.
93. Radin EL, Paul IL, Rose RM. Role of mechanical factors in pathogenesis of primary osteoarthritis. *Lancet*.1972;1:519-22.
94. Specogna AV, Birmingham TB, Hunt MA, Jones IC, Jenkyn TR, Fowler PJ, Giffin JR. Radiographic measures of knee alignment in patients with varus gonarthrosis: effect of weightbearing status and associations with dynamic joint load. *Am J Sports Med*.2007;35:65-70.
95. Corbeil P, Simoneau M, Rancourt D, Tremblay A, Teasdale N. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2001;9:126–36.

96. Broadwin J, Goodman-Gruen D, Slymen D. Ability of fat and fat-free mass percentages to predict functional disability in older men and women. *J Am Geriatr Soc.* 2001;49:1641-5.
97. Lemoine S, Rossell N, Drapeau V, Poulain M, Garnier S, Sanguinol F, Mauriège P. Effect of weight reduction on quality of life and eating behaviors in obese women. *Menopause.* 2007;14:432-40.
98. Iwana AM, Andrade GN, Shima P, Tanni SE, Godoy I, Dourado VR. The six-minute walk test and body weight-walk distance products in healthy Brazilian subjects. *Bras J Med Biol Res.* 2009;42:1080-5.