



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

TESE

**EFEITOS DA REABILITAÇÃO PULMONAR NO EQUILÍBRIO POSTURAL, NA FORÇA
E NA FUNCIONALIDADE DE CANDIDATOS A TRANSPLANTE DE PULMÃO**

Patrícia Paludette Dorneles

**Porto Alegre
2019**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**EFEITOS DA REABILITAÇÃO PULMONAR NO EQUILÍBRIO POSTURAL, NA FORÇA
E NA FUNCIONALIDADE DE CANDIDATOS A TRANSPLANTE DE PULMÃO**

Tese de doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob orientação do professor Alexandre Simões Dias.

Patrícia Paludette Dorneles

Porto Alegre

2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

**EFEITOS DA REABILITAÇÃO PULMONAR NO EQUILÍBRIO POSTURAL, NA FORÇA
E NA FUNCIONALIDADE DE CANDIDATOS A TRANSPLANTE DE PULMÃO**

Patrícia Paludette Dorneles

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO:

Prof. Dr. Carlos Bolli Mota

Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

Prof. Dr. Luiz Alberto Forgiarini Júnior

Porto Alegre

2019

Dedico essa tese aos meus pais João e Mari, os quais foram incansáveis na busca da melhor educação possível, além de me moldarem como um ser humano íntegro e honesto. A vocês todo o meu amor e gratidão eterna!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, meu pai João e minha mãe Mari, os quais mesmo não tendo formação superior, sempre acreditaram na importância da educação para mudar o meu futuro. Agradeço também pelo amor, dedicação e financiamento, durante toda a minha trajetória acadêmica, ter uma base forte e solidificada foi essencial para o meu desenvolvimento como profissional e principalmente como ser humano. A vocês todo meu amor e eterna gratidão!

As minhas irmãs Mariane e Fabiane, minhas eternas companheiras de vida! Muito obrigada pelo amor, companheirismo, parceira, viagens, lágrimas e sorrisos compartilhados nessa vida! Amo muito vocês!

Ao restante dos meus familiares que se fizeram presentes em todo o processo de formação, e sempre me apoiaram e se orgulharam de mim! Em especial minha madrinha Marlei, meu avô Heitor e meu tio Tomás. A turma dos primos Paludettes também, em especial meus primos (irmãos) Patric e Alan! Amo vocês!

Aos amigos queridos, de curta e longa data, sem vocês eu não teria chegado aqui, por muitas vezes fizeram o papel de família, me apoiando, ajudando e cumprindo com excelência esse papel de irmãos que escolhemos na vida. Agradeço a todos de coração, e em especial a Biba, Stela, Débora, Juliana, Thaís, Alan, Fernanda, Maíra, Deco, Taíse, Thiago, Eliane, Cris, Aline, Ângela, Susy, Richard, Toni, Nati, Sabrina, Jeam, Águiar, Nati, Ricardo, Carol, Matias, Marja, Balbi, Clarissa, Julinho, Rafa, Estele, Ronaldinho, Karine, Gabriel e Joane. “Ao nível da alma, somos todos um” (Rumi).

Aos meus queridos mestres que passaram por toda a minha vida escolar e acadêmica, o meu muito obrigada e eterna admiração. Em especial ao meu orientador Alexandre Simões Dias, exemplo de profissional, o qual me deu um voto de confiança

nessa jornada do doutorado, e ao meu primeiro e eterno orientador Carlos Bolli Mota, obrigada por tudo “pai” Bolli, estará para sempre no meu coração!

A minha facilitadora, professora e amiga Alice. Alice obrigada pela calma, ombro amigo e sábias palavras nos dias mais tumultuados dessa jornada! Gratidão eterna por ter cruzado no meu caminho e auxiliar tanto no meu processo evolutivo!

Ao meu amigo e companheiro de pós-graduação Ronaldinho! Obrigada pela amizade, irmandade e pela imensa ajuda na análise dos dados! Gratidão maninho!

Ao meu colega de doutorado e amigo Daniel, obrigada pela parceria nesses quatro anos Dani, aprendi muito, foi um prazer dividir essa pesquisa contigo!

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, instituição de altíssima qualidade que me proporcionou realizar um doutorado gratuito, além de me oportunizar a vivência com excelentes professores durante o meu mestrado e doutorado. Agradeço também ao Hospital de Clínicas de Porto Alegre local onde realizei a minha pesquisa. Agradeço também a instituição que cursei todo o ensino básico a Escola Estadual Apolinário Porto Alegre e a Universidade Federal de Santa Maria, onde me graduei e realizei minha especialização.

Por fim, agradeço ao universo, por ter conspirado para que eu trilhasse essa trajetória, a qual não foi fácil, no entanto, o sentimento é que todo o esforço foi compensado e amparado por pessoas incríveis que cruzaram o meu caminho! Gratidão!

“Não desistam de vocês. Não percam o maravilhamento com a existência. Ela está em coisas simples, numa planta, numa árvore, numa criança, em você. Em seus pensamentos e capacidade de acessar a sabedoria perfeita.”

Monja Coen

RESUMO

EFEITOS DA REABILITAÇÃO PULMONAR NO EQUILÍBRIO POSTURAL, NA FORÇA E NA FUNCIONALIDADE DE CANDIDATOS A TRANSPLANTE PULMONAR

Autor: Patrícia Paludette Dorneles

Orientador: Alexandre Simões Dias

O acometimento de desequilíbrios posturais pode ser bastante prejudicial aos indivíduos, como consequência há o aumento no risco de quedas, redução da autonomia motora, diminuindo assim, a qualidade de vida do indivíduo. Sabe-se que a disfunção dos músculos periféricos é um dos fatores que contribui para a redução da tolerância ao exercício vivenciada pelos pneumopatas, e que este declínio da atividade física nos candidatos a transplante de pulmão (Tx) está associado ao aumento no número de mortes dos pacientes mais sedentários em lista de espera. O presente estudo tem como objetivo avaliar a relação do equilíbrio postural com variáveis funcionais e biomecânicas, além de verificar o efeito da reabilitação pulmonar (RP) sobre essas variáveis em candidatos a transplante de pulmão. Foram avaliados oito candidatos a Tx, todos pacientes do Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) (CAE: 68816917.9.0000.5327). A coleta de dados foi realizada no HCPA, após a assinatura do TCLE, foi realizada uma anamnese, seguida da avaliação antropométrica. Para as avaliações foram utilizados: Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), Teste de Tinetti, Teste de Sentar e Levantar em 30'' (TSL30''), Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6'), um ultrassom e uma célula de carga. Após a realização de todas as avaliações os indivíduos realizaram 24 sessões de reabilitação pulmonar, e após a finalização da reabilitação refizeram todos os testes. Os resultados apontam correlações positivas e fortes entre o Teste de Tinetti e a Escala de Equilíbrio de Berg ($r= 0,739$; $p= 0,03$) e o Teste de Tinetti e o TC6' ($r= 0,939$; $p= 0,00$), indicando que elas são diretamente proporcionais, ou seja, quanto melhor o equilíbrio postural, melhor a funcionalidade em candidatos a Tx, no entanto, não houve correlação entre o equilíbrio postural e a espessura e a força muscular e nem com o TSL30''. Quanto o TC6' e a força muscular, houve diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos e os preditos para essa faixa etária e sexo, mostrando eles

possuem fraqueza muscular e por consequência a funcionalidade desses pacientes está prejudicada. Quanto aos valores de espessura muscular, com exceção de um dos indivíduos, todos os outros apresentaram médias menor do que a predita para a sua faixa etária e sexo. O estudo também se propôs a avaliar o efeito da reabilitação pulmonar, encontramos que a EEB (Pré: 51 pontos (47-53); Pós: 55 pontos (53-56); $p= 0,02$), o Teste de Tinetti (Pré: 25 pontos (24-27); Pós: 28 pontos (26-28); $p= 0,04$), o TSL30'' (Pré: 10 repetições (9-10); Pós: 12 repetições (11-13); $p= 0,02$), risco médio de queda (Pré:38% (21-63); Pós 4% (0-21); $p= 0,02$) e força muscular de extensores do joelho (Pré: 22,68 Kgf (19,22 – 24,72); Pós: 59,06 Kgf (23,49 – 131,18); $p= 0,04$) foram estatisticamente diferentes após a RP, a única variável que não apresentou diferença estatisticamente significativa foi o TC6'. Mesmo que a RP não tenha realizado exercícios específicos para o ganho de equilíbrio, encontramos uma melhora significativa, sugerindo que exercícios funcionais, resistidos e aeróbicos, são capazes de melhorar a funcionalidade, o controle postural e consequentemente na reduzir do risco de quedas em candidatos a Tx.

Palavras-Chave: transplante, equilíbrio postural, doença pulmonar, força muscular, reabilitação.

ABSTRACT

EFFECTS OF PULMONARY REHABILITATION ON POSTURAL BALANCE, STRENGTH AND FUNCTIONALITY OF CANDIDATES A PULMONARY TRANSPLANTATION

Author: Patrícia Paludette Dorneles

Advisor: Alexandre Simões Dias

The involvement of postural imbalances can be very harmful to individuals, as a consequence there is an increased risk of falls, reduced motor autonomy, thus reducing the quality of life of the individual. It is known that peripheral muscle dysfunction is one of the factors contributing to the reduced exercise tolerance experienced by lung disease patients, and that this decline in physical activity in lung transplant (Tx) candidates is associated with an increase in the number of deaths. of the most sedentary patients on the waiting list. The present study aims to evaluate the relationship of postural balance with functional and biomechanical variables, and to verify the effect of pulmonary rehabilitation (RP) on these variables in lung transplant candidates. Eight Tx candidates were evaluated, all patients from the Pulmonology Service of the Porto Alegre Hospital de Clínicas (HCPA) (CAE: 68816917.9.0000.5327). Data collection was performed at HCPA, after signing the consent form, an anamnesis was performed, followed by anthropometric evaluation. For the evaluations we used: Berg Balance Scale (EEB), Tinetti Test, 30" Sitting and Stand Up Test (TSL30"), Six Minute Walk Test (TC6'), an ultrasound and a load cell. After performing all evaluations, the individuals performed 24 pulmonary rehabilitation sessions, and after completion of the rehabilitation re-performed all tests. The results show strong and positive correlations between the Tinetti Test and the Berg Balance Scale ($r = 0.739$; $p = 0.03$) and the Tinetti Test and the TC6' ($r = 0.939$; $p = 0.00$). , indicating that they are directly proportional, that is, the better the postural balance, the better the functionality in Tx candidates, however, there was no correlation between postural balance and muscle thickness and strength, nor with the TSL30 ". Regarding the TC6' and muscle strength, there was a statistically significant difference between the values obtained and the predicted values for this age group and gender, showing they have muscle weakness and consequently the

functionality of these patients is impaired. Regarding the values of muscle thickness, with the exception of one of the individuals, all others presented lower averages than predicted for their age and gender. The study also proposed to evaluate the effect of pulmonary rehabilitation; we found that EEB (Pre: 51 points (47-53); Post: 55 points (53-56); $p = 0.02$), the Tinetti Test (Pre: 25 points (24-27); Post: 28 points (26-28); $p = 0.04$) the TSL30'' (Pre: 10 repetitions (9-10); Post: 12 repetitions (11-13) ; $p = 0.02$), average risk of falling (Pre: 38% (21-63); Post 4% (0-21); $p = 0.02$) and muscle strength of knee extensors (Pre: 22.68 Kgf (19.22 - 24.72), Post: 59.06 Kgf (23.49 - 131.18), $p = 0.04$) were statistically different after RP, the only variable that did not present statistically significant difference was TC6'. Even though RP did not perform specific exercises for balance gain, we found a significant improvement, suggesting that functional, resistance and aerobic exercises are able to improve functionality, postural control and, consequently, reduce the risk of falls in weight loss Tx candidates.

Keywords: transplantation, postural balance, lung diseases, muscle strength, rehabilitation.

Lista de Ilustrações

Figura 1. Desenho Experimental do Estudo.....	24
Figura 2. Avaliação Neuromuscular.....	25
Figura 3. Escala de OMNI	29
Figura 4. Componentes do Controle Postural.....	31
Figura 5. O alinhamento ideal no ortostatismo.....	32
Figura 6. Percentual médio do risco de queda da Escala de Equilíbrio de Berg.....	49
Figura 7. Espessura muscular dos candidatos a Transplante de Pulmão.....	49
Figura 8. Percentual médio do risco de queda da Escala de Equilíbrio de Berg.....	67

Lista de Tabelas

Tabela 1. Caracterização basal da amostra.....	47
Tabela 2. Estatística descritiva e correlações entre as variáveis.....	48
Tabela 3. Comparação entre os valores do TC6' obtidos e aqueles preditos pela equação proposta por Iwama et al. (2009)	48
Tabela 4. Caracterização basal da amostra.....	65
Tabela 5. Comparação entre os valores do equilíbrio postural, da funcionalidade e da força muscular pré e pós a reabilitação pulmonar.....	66

Lista de Apêndices

Anexo 1. Escala de Equilíbrio de Berg (EEB).....	85
Anexo 2. 1 Avaliação do Equilíbrio (Tinetti).....	89
Anexo 2. 2 Avaliação da Marcha (Tinetti).....	89

Sumário

APRESENTAÇÃO.....	18
1 Introdução.....	19
1.1 Justificativa.....	20
2. Objetivos.....	21
2.1 Objetivo Geral.....	21
2.2 Objetivos Específicos.....	21
3 Materiais e Métodos.....	22
3.1 Delineamento do Estudo.....	22
3.2 Grupo de Estudo.....	22
3.3 Critérios de Inclusão.....	22
3.4 Critérios de Exclusão.....	22
3.5 Desenho Experimental do Estudo.....	23
3.6 Instrumentos e Procedimentos para a Coleta de Dados.....	24
3.6.1 Avaliação Antropométrica.....	24
3.6.2 Avaliação Neuromuscular.....	24
3.6.3 Avaliação do Equilíbrio Postural	25
3.6.4 Avaliação Funcional.....	26
3.6.5 Avaliação Morfológica.....	27
3.7 Protocolo de Reabilitação.....	28
3.8 Análise Estatística.....	29
4 Capítulo I- REVISÃO DE LITERATURA.....	30
4.1 Equilíbrio Postural.....	30
4.2 Transplante Pulmonar.....	35
4.3 Reabilitação Pulmonar.....	37
5 Capítulo II- RELAÇÃO ENTRE O EQUILÍBRIO POSTURAL E VARIÁVEIS FUNCIONAIS, MORFOLÓGICAS E NEUROMUSCULARES EM CANDIDATOS A TRANSPLANTE DE PULMÃO.....	40
5.1 Introdução.....	41
5.2 Métodos.....	42

5.2.1 Delineamento do estudo.....	42
5.2.2 Critérios de inclusão.....	42
5.2.3 Critérios de exclusão.....	43
5.2.4 Desenho do estudo.....	43
5.2.5 Instrumentos e Procedimentos para a Coleta de Dados.....	43
5.2.6 Avaliação Antropométrica.....	43
5.2.7 Avaliação Neuromuscular.....	43
5.2.8 Avaliação do Equilíbrio Postural	44
5.2.9 Avaliação Funcional.....	45
5.2.10 Avaliação Morfológica.....	46
5.2.11 Análise Estatística.....	46
5.3 Resultados.....	47
5.4 Discussão.....	49
5.5 Conclusão.....	54
5.6 Referências.....	54
6 Capítulo III- EFEITOS DA REABILITAÇÃO NO EQUILÍBRIO POSTURAL, FUNCIONALIDADE E FORÇA DE CANDIDATOS A TRANSPLANTE PULMONAR.....	59
6.1 Introdução.....	60
6.2 Métodos.....	61
6.2.1 Delineamento do estudo.....	61
6.2.2 Critérios de inclusão.....	61
6.2.3 Critérios de exclusão.....	61
6.2.4 Instrumentos e Procedimentos para a Coleta de Dados.....	62
6.2.5 Avaliação Neuromuscular.....	62
6.2.6 Avaliação do Equilíbrio Postural	62
6.2.7 Avaliação Funcional.....	63
6.2.8 Avaliação Morfológica.....	63
6.2.9 Protocolo de Reabilitação.....	64
6.2.10 Análise Estatística.....	64

6.3 Resultados.....	65
6.4 Discussão.....	67
6.5 Referências.....	70
7 Considerações Finais.....	74
8 Referência Bibliográfica.....	75
9 Anexos.....	85

APRESENTAÇÃO

A presente tese teve como objetivo responder as seguintes questões: (1) Há relação entre o equilíbrio postural e variáveis funcionais e biomecânicas e candidatos a transplante pulmonar? (2) Qual é o efeito da reabilitação pulmonar sobre equilíbrio postural, variáveis funcionais e biomecânicas em candidatos a transplante de pulmão? A busca para os presentes questionamentos foi realizada através do desenvolvimento de um projeto de pesquisa durante o período do doutorado, com auxílio do Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre e a Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O conteúdo desta tese é apresentado por meio de três capítulos.

Previamente aos capítulos temos uma breve introdução geral da tese e a metodologia geral utilizada no projeto.

O capítulo I apresenta uma revisão de literatura a respeito do equilíbrio postural, do transplante de pulmão e da reabilitação pulmonar em candidatos na fila de espera do transplante pulmonar. Os capítulos subsequentes tratam de dois artigos originais, advindos dos experimentos realizados.

O capítulo II é apresentado nesta tese em forma de artigo científico, o qual teve por objetivo verificar a relação entre o equilíbrio postural, a funcionalidade, a força e a espessura muscular em candidatos a transplante de pulmão.

O capítulo III também é apresentado em forma de artigo científico e teve como objetivo avaliar o efeito da reabilitação no equilíbrio postural, na funcionalidade e na força muscular de candidatos a transplante pulmonar.

Por fim, são apresentadas as considerações finais da tese, com os principais achados e algumas sugestões para futuras investigações sobre o tema.

1 INTRODUÇÃO

O controle postural é de fundamental importância para as ações humanas em condições instáveis, e versátil o suficiente para permitir o rápido início do movimento (AQUINO et al., 2004), possui ainda a capacidade de manter o corpo quase-estático, devido à manutenção do centro de massa projetado dentro da área da base de apoio formada pelos pés (OVERSTALL et al., 1977; RUWER et al., 2005; SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 2010). Ele é a base do sistema de controle motor humano, produzindo estabilidade e condições para o movimento, como a habilidade de assumir e manter a posição corporal desejada durante uma atividade quer seja essa estática ou dinâmica. O equilíbrio é um componente necessário para o controle postural que por sua vez depende de informações visuais, do sistema vestibular, proprioceptivo e cutâneo (TEIXEIRA, 2010).

Seja para processos de estabilidade ou de orientação, o controle postural necessita da interação complexa dos sistema neural e musculoesquelético, esse último apresenta componentes como amplitude de movimento articular, flexibilidade espinal, propriedades musculares e relações biomecânicas entre os segmentos corporais interligados. O sistema de ação que fundamenta o controle da postura inclui sistemas envolvidos no planejamento de nível superior (córtex frontal e motor), na coordenação (tronco cerebral e redes espinais que coordenam a sinergia de resposta muscular) e na geração de forças (neurônios motores e músculos) que produzem movimentos efetivos no controle da posição corporal no espaço (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 2010).

O acometimento de desequilíbrios posturais pode ser bastante prejudicial aos indivíduos, sendo que já foi amplamente investigado em idosos (BERG et al, 1989; ALHASAN et al., 2017). No entanto, existem outras populações que também podem apresentar aumento na instabilidade postural, como é o caso de pessoas que possuem doenças pulmonares crônicas (CHANG et al., 2008), como consequência a esse déficit de equilíbrio há um aumento no risco de quedas, redução da autonomia motora, diminuindo assim, a qualidade de vida desses indivíduos (BEAUCHAMP, 2010). Pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) exibem deficiências nas tarefas de equilíbrio funcional, coordenação e mobilidade associadas à gravidade da doença ou diferenças nos níveis de atividade, mas não na necessidade de oxigênio suplementar (BUTCHER et al., 2004).

A fadiga muscular em pacientes com DPOC, se deve ao trabalho respiratório em excesso, contribuindo para o acometimento de diversos desvios posturais, influenciando assim de forma

negativa o equilíbrio postural desses indivíduos. Dentre essas alterações posturais se encontra o tórax em forma de barril havendo aumento da sua dimensão ântero-posterior, elevação da cintura escapular e protração da escápula, além do encurtamento da musculatura cervical, gerando como consequência o aumento da cifose torácica superior e na lordose cervical média. Agravando ainda mais a situação, ocorre o alongamento dos músculos extensores torácicos longos e dos flexores cervicais superiores profundos, gerando uma perda no endurance, diminuindo assim a capacidade de sustentar a postura ereta (POTTER, 2002).

O transplante pulmonar (Tx) é uma terapia bem aceita, designada para uma série de condições pulmonares graves, existem evidências que confirmam sua eficiência em melhorar a sobrevida e a qualidade de vida desses pacientes. Sabe-se que o número de doadores de órgãos é muito menor que o número de pacientes com condições pulmonares severas. Portanto, um paciente selecionado para se submeter a um transplante deve ser um candidato com expectativas para um bom resultado em longo prazo (HOOK e LEDERER, 2012). Sendo assim, o papel da reabilitação pulmonar (RP) nos candidatos a Tx é essencial para restaurá-los ao funcionamento independente, aliviar os sintomas, diminuir a incapacidade e aumentar a qualidade de vida, aumentando sua participação em atividades sociais e atividades físicas. Sabe-se que a capacidade de exercício no teste de caminhada de seis minutos (TC6') e o nível de dióxido de carbono em repouso nos valores do sangue arterial estão diretamente relacionados à taxa de sucesso no transplante pulmonar (TAKAOKA E WEINACKER, 2005).

Perante o exposto, o presente estudo tem o objetivo de avaliar a relação do equilíbrio postural com variáveis funcionais e biomecânicas, além de verificar o efeito da reabilitação sobre essas variáveis em candidatos a transplante de pulmão.

1.1 Justificativa

Candidatos a Tx apresentam uma grande limitação nas atividades de vida diária. Esses indivíduos apresentam além das complicações relacionadas ao sistema respiratório, manifestações no sistema musculoesquelético, como uma maior fraqueza muscular periférica, redução de mobilidade funcional, menor capacidade de realização de exercícios físicos, redução da coordenação motora e no equilíbrio postural, dificultando assim a realização das atividades básicas da vida diária, reduzindo, de forma significativa a sua qualidade de vida.

Sendo assim, a reabilitação se configura como uma boa alternativa de atividade física para esses pacientes. Por não utilizar grandes equipamentos como o treinamento de força tradicional, ele pode ser executado em pequenos espaços físicos, até mesmo dentro de hospitais, podendo ser uma ótima alternativa para melhora no equilíbrio postural, na condição física e psicológica desses pacientes, Como ela pode ser modificada e se ajustar as reais necessidades de seus praticantes, pode-se utilizar um protocolo de exercícios voltados para melhora na funcionalidade e na qualidade de vida dos pacientes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente estudo tem o objetivo de avaliar a relação entre o equilíbrio postural e a funcionalidade, a força e a espessura muscular, além de verificar o efeito da reabilitação pulmonar sobre essas variáveis, além do risco de queda em candidatos a transplante de pulmão.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a relação entre o equilíbrio postural, risco de queda, funcionalidade, força e espessura muscular de extensores de joelho em candidatos a transplante de pulmão.
- Comparar os valores de funcionalidade e de candidatos a transplante de pulmão com os valores preditos na literatura para a sua faixa etária e sexo.
- Verificar os possíveis efeitos da reabilitação pulmonar em candidatos a transplante de pulmão no equilíbrio postural, no risco de queda, no pico de força dos músculos extensores de joelho e na funcionalidade.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo do tipo quase-experimental, realizado com oito candidatos a transplante de pulmão, todos pacientes do Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (RS), no período entre fevereiro de 2018 e fevereiro de 2019. O presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), parecer número 68816917.9.0000.5327.

3.2 Grupo de estudo

Participaram do estudo oito candidatos a transplante de pulmão, todos pacientes do Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (RS), no período entre fevereiro de 2018 e fevereiro de 2019. Nesse período de tempo foram realizados 12 transplantes de pulmão no HCPA, desses pacientes, quatro não quiseram participar do estudo, e/ou estavam dentro dos critérios de exclusão, oito iniciaram a reabilitação pulmonar e um interrompeu a reabilitação por agravamento da doença e internação.

3.3 Critérios de inclusão

Foram selecionados candidatos a transplante de pulmão, tanto do sexo masculino quanto do feminino, com mais de 15 anos de idade devendo estar em acompanhamento no Ambulatório do Serviço de Pneumologia do HCPA. Após a seleção dos indivíduos via análise dos prontuários, os indivíduos que preencheram os critérios de inclusão foram analisados juntamente a equipe médica e, se liberados, foram convidados a participar da pesquisa. Somente realizaram os procedimentos de avaliação aqueles que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

3.4 Critérios de exclusão

Possuir: anemia, dislipidemia em tratamento, coinfeção com síndrome da imunodeficiência adquirida, insuficiência renal crônica, dispnéia em repouso, usuário de álcool, tabaco e ou drogas ilícitas, comprometimento músculo esquelético ou neurológico que impedisse a realização dos exercícios, não estarem na fila para a realização de Tx no HCPA, estivessem realizando ou tivesse

realizado atividade física nos últimos três meses, não realizassem todo o protocolo de RP, tivessem hipertensão, labirintite ou outros problemas que pudessem interferir no equilíbrio postural, Não concordassem em participar do estudo por meio do TCLE.

3.5 Desenho Experimental do Estudo

Primeiramente foi repassado para os indivíduos uma breve explicação sobre toda a pesquisa e como seriam os testes a serem realizados, também foi apresentado o TCLE, após a sua assinatura foi realizada uma anamnese, seguida da avaliação antropométrica. O indivíduo permanecia 10 minutos em repouso deitado em decúbito dorsal para a avaliação da espessura muscular com ultrassonografia. Após a avaliação morfológica foram realizadas as escalas de equilíbrio postural, primeiramente a Escala de Equilíbrio de Berg e após o Teste de Tinetti. Em seguida foram realizados os testes de força máxima com registro da atividade elétrica dos extensores de joelho, e por fim os testes funcionais de Sentar e Levantar em 30 segundos e o Teste da Caminhada de 6 minutos, todos realizados no Serviço de Reabilitação da Pneumologia do HCPA. Após a realização de todas as avaliações os indivíduos realizaram 24 sessões de reabilitação pulmonar, e após a finalização da reabilitação refizeram todos os testes, como indica a figura 1 abaixo.

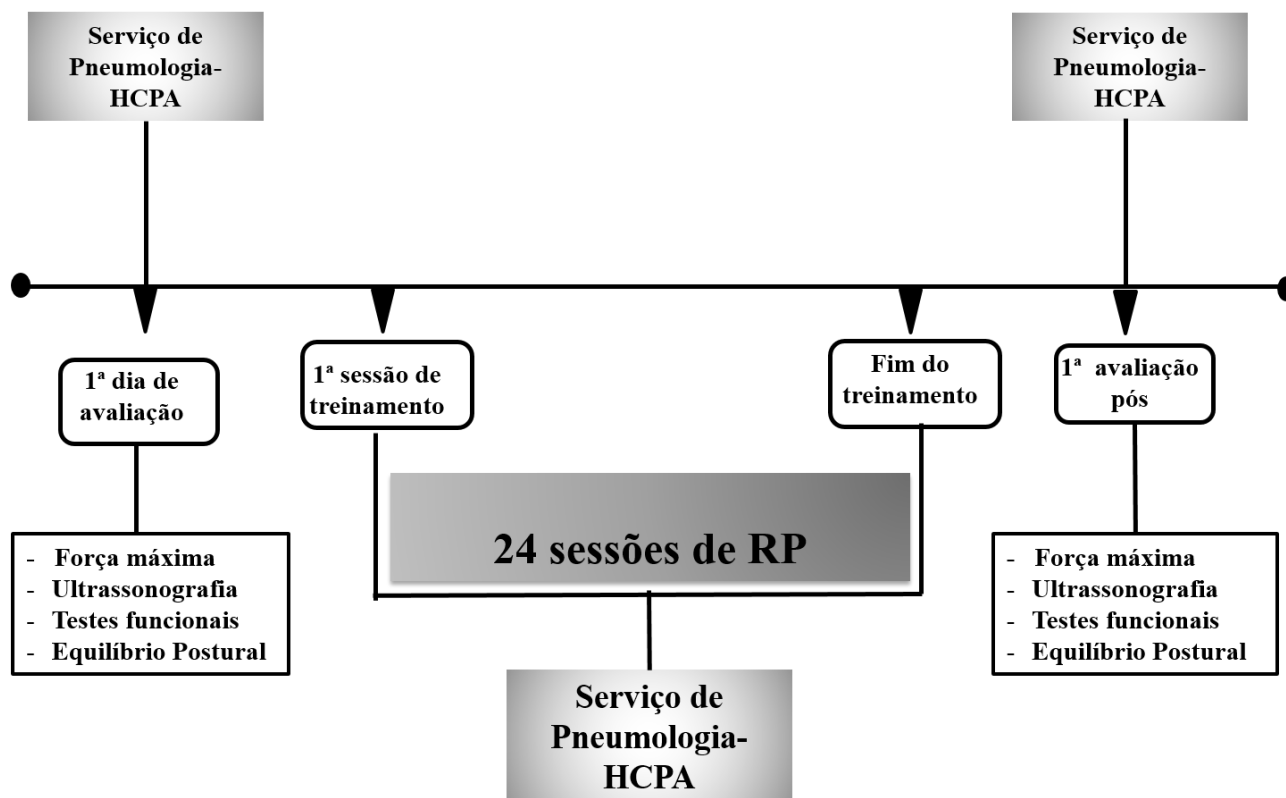


Figura 1. RP: reabilitação pulmonar; HCPA: Hospital de Clínicas de Porto Alegre

3.6 Instrumentos e Procedimentos para a Coleta de Dados

3.6.1 Avaliação Antropométrica

Para mensurar a estatura dos indivíduos foi utilizado um estadiômetro, com resolução de 5 mm e para a medida da massa corporal, foi utilizada uma balança digital, com resolução de 0,1 kg.

3.6.2 Avaliação Neuromuscular

Para a análise da força isométrica voluntária máxima dos extensores de joelho foi utilizada uma célula de carga HBM do Brasil acoplada a uma cadeira extensora Cybergym e a um sistema de análise (Miotool). Os procedimentos de processamento dos sinais biológicos foram desenvolvidos por meio de rotinas matemáticas em plataforma Matlab® (Mathworks, USA).

Os indivíduos foram posicionados sentados na cadeira extensora, com o quadril e joelhos flexionados (90° e 60° respectivamente) (ARAGÃO et al., 2015). Após aquecimento articular e familiarização com o protocolo, os indivíduos realizaram três contrações voluntárias máximas

isométricas (CVMI) de extensão de joelhos com duração de cinco segundos com um intervalo de descanso de um minutos entre cada contração.

Para a análise da força foi utilizado filtro passa-baixa de 15 Hz a fim de eliminar ruídos de alta frequência. O início da força foi estabelecido a partir da diferença de 2,5% em relação à linha de base e o pico de força durante a CVMI (AAGAARD et al., 2002).



Figura 2. Imagem da avaliação neuromuscular.

Para o cálculo do valor predito da força dos músculos extensores de joelho foi utilizada a equação de Neder et al. (1999), a qual é indicada para indivíduos saudáveis brasileiros de ambos os sexos, na faixa etária de 20 a 80 anos de idade, como demonstra as equações abaixo:

Equação 1: $-1,53 \times \text{idade} + 133 \times \text{estatura} + 0,75 \times \text{massa} + 34,44 \times \text{sexo}$ (masculino= 1, feminino = 0) - 66,44

3.6.3 Avaliação do Equilíbrio Postural

Escala de Equilíbrio de Berg (EEB)

O equilíbrio postural foi avaliado por meio da Escala de Equilíbrio de Berg, a qual foi criada em 1992 por Katherine Berg, e tem tido ampla utilização para avaliar o equilíbrio nos indivíduos com

DPOC (BEAUCHAMP et al. 2009; BEAUCHAMP et al. 2010). Esta escala foi traduzida e adaptada para a língua portuguesa por Miyamoto et al. (2004), na sua dissertação de mestrado. Portanto sua versão brasileira é um instrumento confiável para ser usado na avaliação do equilíbrio de populações especiais como os pacientes com DPOC. A escala possui uma pontuação máxima de 56 pontos, onde cada item possui cinco alternativas, que variam de 0 a 4 pontos. É de fácil e rápida aplicação, em torno de 15 minutos (BERG et al., 1992).

Através dessa escala podemos calcular o risco de quedas dos indivíduos, que segundo Shumway-Cook & Woollacott (1997), na amplitude de 56 a 54 pontos, cada ponto a menos é associado a um aumento de 3 a 4% abaixo no risco de quedas, de 54 a 46 a alteração de um ponto é associada a um aumento de 6 a 8% de chances, sendo que abaixo de 36 pontos o risco de quedas é de quase 100%.

Teste de Tinetti

O teste de Tinetti é amplamente utilizado para avaliar o equilíbrio postural e anormalidades na marcha. Consiste numa escala de 16 tarefas, nove para o equilíbrio e 7 para a marcha, que são avaliadas por meio da observação do pesquisador. A cada tarefa a resposta pode ser classificada como: normal: 0, adaptável: 1 e anormal: 2. São atribuídos pontos de 0-2 na realização das tarefas totalizando no máximo 28 pontos. O valor abaixo de 19 pontos e entre 19 e 24 pontos representam respectivamente um alto e moderado risco de quedas, 24 a 28 baixo risco de quedas (SHUMWAY-COOK et al., 1997).

3.6.4 Avaliação Funcional

Teste de Sentar e Levantar em 30'' (TSL30'')

O TSL30'' foi realizado em uma cadeira, iniciando com o indivíduo sentado com as costas eretas, joelhos e quadris a 90° e pés apoiados sobre uma superfície plana e afastados na largura dos ombros. Os braços ficaram cruzados e fixos sobre o peito. Ao comando verbal o indivíduo levantou até a posição ereta completa e após retornará a posição inicial sentado. O indivíduo foi incentivado a realizar o maior número de repetições possíveis durante os 30 segundos, os quais foram cronometrados. A contagem foi feita verbalmente pelo pesquisador, apenas dos movimentos completos.

Teste de caminhada de seis minutos (TC6’):

Foi verificada a distância percorrida pelo indivíduo dentro de um período de seis minutos, em terreno plano, com uma distância mínima de 30 metros de corredor e estímulo verbal padronizado. Durante o teste o avaliador caminhou um pouco atrás do indivíduo. Além disso, o indivíduo foi estimulado verbalmente a cada minuto transcorrido, para prosseguir a caminhada. Quando ele se sentiu cansado, pode diminuir o ritmo da caminhada, ou até mesmo parar, sendo que neste último caso o cronômetro não foi parado até completar o tempo de seis minutos. Todos os procedimentos utilizados no teste seguiram as normas estabelecidas pela American Toracic Society (ATS, 2002). Para o cálculo do valor predito foi utilizada a equação de Iwama et al. (2009), a qual é indicada para indivíduos saudáveis brasileiros de ambos os sexos, na faixa etária de 13 a 84 anos de idade, como demonstra as equações abaixo:

Equação 2: $DTC6_m = 622,461 - (1,846 \times Idade_{\text{anos}}) + (61,503 \times G\acute{e}nero_{\text{homens} -1, \text{mulheres} -0})$

3.6.5 Avaliação Morfológica

Espessura Muscular

As propriedades morfológicas dos músculos de membro inferior dominante foram determinadas por meio de procedimentos de ultrassonografia já descritos na literatura (NARICI et al., 1999; REEVES et al., 2004). Imagens dos músculos reto femoral e vasto intermédio foram obtidas com a utilização de equipamento de ultrassonografia modelo HD7.XE. Phillips Medical Systems Ltda. com as sondas Sonosite. Um único pesquisador foi responsável pela coleta de todas as imagens, obtidas com a musculatura após repouso de 10 minutos e a sonda posicionada sobre uma quantidade adequada de gel transmissor solúvel em água (BLAZEVIK et al., 2006).

Para a avaliação da espessura muscular transversal os indivíduos foram posicionados deitados em decúbito dorsal e as análises obtidas por meio de uma sonda de arranjo linear. Foram realizadas medidas entre a borda interna das aponeuroses superior e inferior dos respectivos músculos. A região de coleta de imagens foi determinada por meio de parâmetros anatômicos, conforme Radaelli et al. (2013), utilizando-se o grupo muscular dos extensores do joelho, reto femoral e vasto intermédio, 50% do comprimento do fêmur (espinha ilíaca ântero superior e cômulo lateral do fêmur).

Após a coleta, as imagens foram exportadas para um computador para serem analisadas no programa ImageJ (National Institutes of Health, EUA).

3.7 Protocolo de Reabilitação

O programa de reabilitação utilizado foi o do serviço de Pneumologia do HCPA, composto de 24 sessões com frequência de três vezes por semana e duração de uma hora cada sessão, o qual foi composto por exercícios funcionais com e sem peso livre, incluindo: subir e descer um lance de escada, subir e descer de uma caixa e sentar e levantar da cadeira além do ciclo ergômetro.

Para a periodização da carga foi utilizada a carga de uma repetição máxima de extensão de joelho.

No início da sessão foi realizado um treinamento aeróbico em bicicleta ergométrica por 30 minutos em uma velocidade individualmente considerada confortável para cada um dos sujeitos e ao final da sessão de treino foram realizados alongamentos para os principais grupos musculares exercitados.

Os exercícios de força realizados foram: extensão de joelhos, flexão de joelhos, flexão plantar, rosca bíceps, tríceps coice, elevação lateral de ombro e abdução de quadril. Para os exercícios funcionais e de força foi feito um incremento no volume de treino, da seguinte forma: no primeiro mesociclo foram realizadas duas séries de 10 repetições; no segundo mesociclo foram realizadas duas séries de 15 repetições; no terceiro mesociclo foram realizadas três séries de 12 repetições e no último mesociclo foram realizadas três séries de 15 repetições. No exercício de subir e descer da caixa também foi incrementada a altura da caixa utilizada. Nesses exercícios, foi apresentado aos sujeitos a escala para exercícios de força de OMNI (ROBERTSON et al. 2003), e caso estivessem em um nível de esforço abaixo seis poderiam ser utilizados pesos adicionais, como caneleiras e halteres para incrementar a carga de treino. Durante o treino desses exercícios os sujeitos foram incentivados a realizarem os movimentos o mais rápido que puderem, mas de forma confortável e com execução correta.

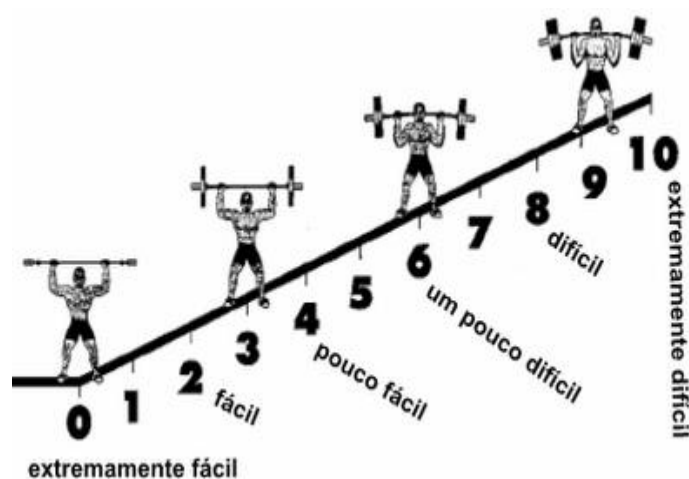


Figura 3. Escala para exercícios de força de OMNI, em português.

3.8 Análise estatística

Para a descrição da amostra foi utilizada a média e o desvio padrão, já para as variáveis das correlações utilizou-se a mediana e o intervalo interquartilico. Para verificar se houve relação entre as variáveis do equilíbrio postural, da funcionalidade, da espessura e da força muscular utilizou-se o teste de correlação de *Sperman*. O teste de *Wilcoxon* foi utilizado para verificar se houve diferença entre o TCC6' obtido e predito pré RP, e para verificar se houve alteração nas variáveis do equilíbrio postural, da funcionalidade e da força muscular após a RP. A análise estatística foi realizada no software SPSS (versão 18.0, Estados Unidos da América) aplicando-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$) e poder de 90%.

CAPÍTULO I

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Equilíbrio Postural

Um corpo está em equilíbrio mecânico quando o somatório de todas as forças e momentos que atuam nesse sistema são iguais à zero, porém no ser humano é impossível que ocorra uma postura ereta estática. Um indivíduo consegue atingir no máximo uma postura ereta semi-estática, pois a cada postura nova adotada pelo indivíduo, respostas neuromusculares são necessárias para manter o equilíbrio desse corpo (DUARTE e FREITAS, 2010).

Os sistemas sensorial, motor e nervoso formam o sistema de controle postural, o qual permite que um corpo se mantenha em equilíbrio. Cada um destes sistemas desempenha uma função para a manutenção da postura ereta. O sistema sensorial disponibiliza informações sobre o posicionamento dos segmentos corporais em relação a outros segmentos e ao próprio ambiente, o sistema motor ativa adequada e corretamente os músculos para que se executem os movimentos, e o sistema nervoso central realiza a integração de informações advindas do sistema sensorial e posteriormente envia impulsos nervosos para os músculos, os quais geram as respostas musculares (DUARTE e FREITAS, 2010).

Para Peterka (2002) indivíduos saudáveis, estando em um ambiente iluminado e com uma base de suporte estável, dependem 70% da informação somatossensorial, 20% da vestibular e 10% da visual para realizarem a orientação postural. Gauchard et al. (2003) explicam que estando o indivíduo em condições normais a propriocepção e a informação sensorial da superfície cutânea plantar são fontes importantes de sistemas sensoriais para manutenção do controle postural. Além disso, para Perrin et al. (1999) o sistema proprioceptivo é o principal sistema sensorial envolvido na manutenção do controle de equilíbrio postural.

Winter (1995) sugere que os mecanismos de controle postural não são os mesmo na direção médio-lateral e ântero-posterior. Conforme o autor, o posicionamento dos apoios pode influenciar diretamente na criação de estratégias para o controle do equilíbrio postural. Se os pés durante a avaliação forem posicionados paralelamente, portanto, o balanço postural é compensado pelos

músculos flexores plantar e dorsal do tornozelo. Quando a oscilação aumentar sua magnitude ou estes músculos forem impedidos de agir, a estratégia do quadril é utilizada para reestabelecer a estabilidade corporal (WINTER, 1995; MOCHIZUKI e AMADIO, 2003).

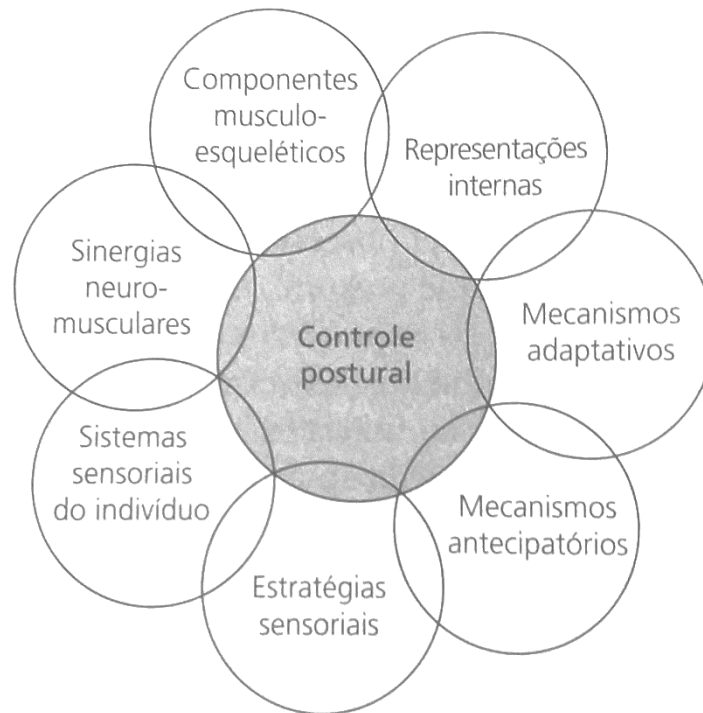


Figura 4. Modelo conceitual representando os diversos componentes do controle postural que foram estudados pelos pesquisadores. O controle postural não é regulado por um único sistema, mas emerge da interação entre diversos sistemas. ((Retirado de Shumway-Cook A, e Woollacott MH. Controle Motor: Teoria e aplicações práticas, 3ª ed. Manole; 2010:160).

Em adição ao supracitado, Winter (1995), ressalta que a estratégia do quadril é a principal estabilizadora do equilíbrio na direção médio-lateral, estando relacionada com o mecanismo de aumento de força vertical nos apoios. Porém existe um declínio de até 40% da força muscular das pessoas após os 50 anos de idade (DOHERTY et al. 1993). Além do mais, a fraqueza muscular de quadril, tem sido vista como um importante fator de risco para o aumento da instabilidade postural e conseqüentemente aumento da ocorrência de quedas (ROBBINS et al., 1989), como foi relatado no estudo de Wingert e colaboradores (2014), no qual os autores sugerem que os idosos possuem erros significativamente mais elevados de propriocepção do quadril em comparação a adultos jovens e de meia idade.

De acordo com Shumway-Cook e Woollacott (2010) estudos sugerem que os músculos são ativados tonicamente para manter o corpo em uma posição vertical bem restrita durante o ortostatismo imóvel. Essa posição caracteriza-se por pequenas quantidades de balanços posturais espontâneos, onde o tônus muscular evita que o corpo caia, em resposta à tração da gravidade. Três fatores principais contribuem para a base do tônus muscular durante a posição ortostática: o primeiro é a rigidez intrínseca do músculo em si, o segundo é o tônus muscular de base, que existe em todos os músculos em virtude das contribuições neurais e por fim o tônus muscular, caracterizando-se pela ativação dos músculos antigravitacionais durante a posição semi-estática (Figura 5).

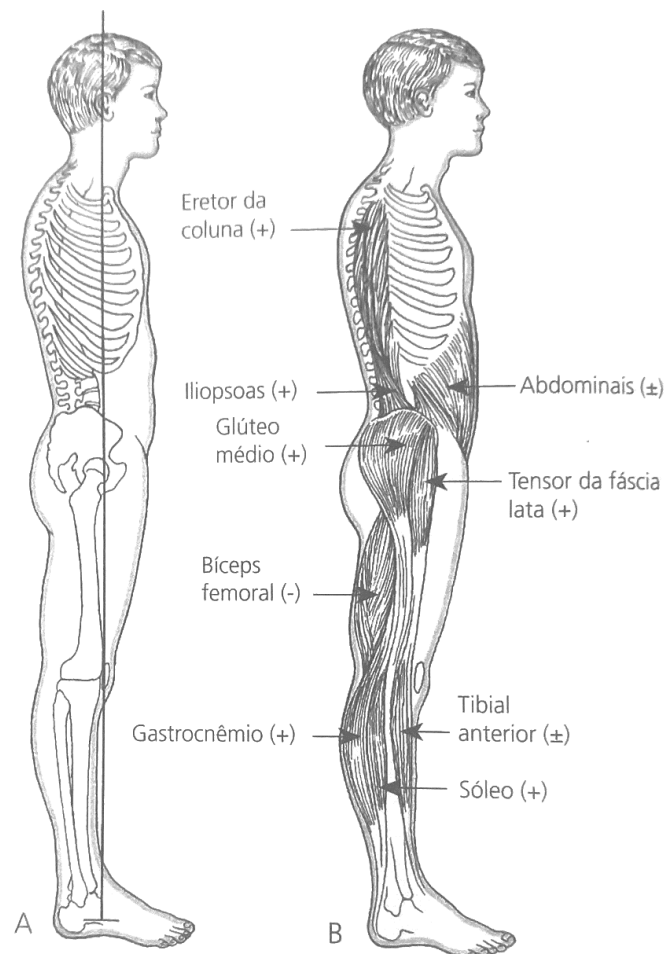


Figura 5. A: O alinhamento ideal no ortostatismo. B: Os músculos que são ativados tonicamente durante o controle do ortostatismo imóvel. (Retirado de Shumway-Cook A, e Woollacott MH. Controle Motor: Teoria e aplicações práticas, 3ª ed. Manole; 2010:162; Adaptado de Kendall FP, McCreary EK. Muscles: testing and function, 3rd ed. Baltimore; Williams & Wilkins, 1983:280.)

O sistema de controle postural precisa de determinadas exigências para que o processo de locomoção ocorra de forma adequada. Para iniciar o movimento se faz necessário um ajuste da postura corporal inicial e a orientação; capacidade de iniciar ou parar o movimento como e quando for preciso; realização de um padrão rítmico coordenado dos músculos, membros e tronco para impulsionar o corpo na direção desejada; manter a estabilidade dinâmica do corpo em movimento agindo contra a força de gravidade e outras possíveis forças experimentadas pelo movimento; adaptação do padrão para alterar a velocidade da marcha, mudanças de direção, obstáculos, estabilização apropriada do pé em diferentes terrenos; condução da marcha até um ponto final, não visível no início do movimento; redução do gasto energético; e a garantia da estabilidade estrutural do aparelho locomotor (PATLA, 2004).

Existem diversos fatores que afetam o controle postural, o processo de envelhecimento por exemplo, já foi altamente estudado (BERG et al, 1989; TEIXEIRA et al. 2011, DORNELES et al., 2016; ALHASAN et al., 2017), mostrando que os idosos apresentam um déficit no equilíbrio postural e um aumento considerável no risco de quedas. Estudos com populações especiais também tem sido realizados nessa área, entre eles com indivíduos com doenças pulmonares crônicas. Butcher e colaboradores (2004) avaliaram indivíduos com DPOC afim de comparar medidas de equilíbrio, coordenação e mobilidade com controles saudáveis, além de determinar se as diferenças nessas medidas estão associadas a gravidade da doença. Participaram do estudo 15 pacientes com DPOC que necessitaram do uso de oxigênio suplementar (OM), 15 pacientes com DPOC que não necessitaram do uso de oxigênio suplementar (NO) e 21 controles saudáveis (CO). Os autores concluíram que os pacientes com DPOC apresentam deficiências nas tarefas de equilíbrio funcional, coordenação e mobilidade associadas à gravidade da doença ou diferenças nos níveis de atividade, mas não é relacionada a necessidade da oxigenioterapia.

Porto et al. (2015) realizaram uma revisão sistemática objetivando verificar o controle postural em pacientes com DPOC. Os autores relatam que as quedas estão associadas ao aumento da mortalidade, diminuição dos níveis de independência e atividade física e piora da qualidade de vida. Apenas 14 estudos tiveram o controle postural como desfecho primário, os estudos foram publicados entre 2004 e 2013. A partir dos estudos analisados os autores chegaram à conclusão que pacientes com DPOC apresentam comprometimento do controle postural quando comparados com controles saudáveis pareados por idade. Fatores associados que contribuem para o déficit no controle postural

foram fraqueza muscular, inatividade física, idade avançada, necessidade de oxigênio suplementar e mobilidade limitada.

Com o objetivo de examinar o papel da força muscular na avaliação e no tratamento de problemas de equilíbrio postural em indivíduos com DPOC McLay et al. (2019) realizaram uma revisão de literatura. Os autores relatam que a força muscular é um fator essencial para o equilíbrio postural tanto de populações saudáveis quanto de indivíduos com DPOC. Embora as deficiências musculoesqueléticas tenham sido bem estudadas em pessoas com DPOC, as contribuições dessa disfunção para os déficits de equilíbrio observados nessa população ainda não foram tão bem estudadas até o momento. Além disso, a pesquisa atual apenas apoia as associações entre a força muscular e o desempenho do equilíbrio, e não podemos determinar causa e efeito. Pesquisas futuras devem abordar o impacto de déficits potenciais na força muscular e resistência no controle postural e risco de queda em pessoas com DPOC. A avaliação abrangente do equilíbrio em pessoas com DPOC deve incluir uma avaliação da força muscular, mas também não pode ignorar os muitos outros subsistemas subjacentes ao equilíbrio. Ao direcionar a força muscular como parte de um programa de treinamento de equilíbrio, considerações específicas devem ser dadas aos exercícios funcionais do corpo inferior e do núcleo que desafiam diferentes sistemas de equilíbrio.

Apesar de existirem vários estudos com avaliação do equilíbrio postural na DPOC, em candidatos a Tx existe uma escassez na literatura, o único estudo que encontramos avaliando essa variável foi o de Ebenbichler et al. (2019), no qual foram avaliados 50 candidatos a Tx, afim de classificar comprometimentos no controle postural utilizando posturografia computadorizada, pré e pós reabilitação pulmonar. Foram utilizados os seguintes Testes: Teste de Organização Sensorial (SOT), Teste de Controle Motor (MCT) e Teste de Limites de Estabilidade (LOS). Os resultados mostram que antes da reabilitação os escores SOT e LOS, estavam abaixo dos valores de referência normativos (com exceção do MCT) e não retornaram ao normal após a reabilitação. O comprometimento do controle postural sensitivo e antecipatório foi insuficientemente restaurado após a reabilitação em candidatos a Tx. Os autores ressaltam que a pouca sensibilidade dos escores SOT ou LOS para detectar uma mudança mínima no desempenho devido à reabilitação limita a aplicabilidade clínica desses testes como medidas de resultados objetivos na reabilitação de candidatos a Tx.

4.2 Transplante Pulmonar

O transplante pulmonar é indicado em pacientes com doenças respiratórias avançadas que progridem apesar do máximo tratamento farmacológico possível. Os candidatos a Tx devem ser capazes de compreender o procedimento, passar pelo processo de seleção e aguardar o tempo necessário na lista de espera, enquanto estiverem em condições físicas que permitam aos especialistas prever um potencial benefício do transplante (ROMÁN, et al., 2011).

O transplante de pulmão continua crescendo, entretanto, permanece a dificuldade por ser realizado em apenas três estados (RS, SP, CE) do Brasil. Somente o Rio Grande do Sul (6,0 por milhão de pessoas) realizou mais do que dois transplantes por milhão de pessoa. A Associação Brasileira de Transplante de Órgãos, relata que em 2018, haviam 187 pacientes em lista de espera para transplante pulmonar no Brasil e 84 no estado do Rio Grande do Sul (RS), sendo realizados 93 transplantes, dos quais 51 no RS (ABTO, 2018). Entretanto, o número de órgãos disponibilizados para doação não é suficiente para suprir a demanda cada vez maior de pacientes candidatos ao tratamento. No mesmo ano, 120 indivíduos ingressaram na lista de espera nacional, dos 28 vieram ao óbito, esta desproporção entre transplantes realizados e novos ingressos contribui para uma mortalidade de 22% sobre os indivíduos que aguardam o transplante (ABTO, 2016 e 2018; CILENE et al., 2015).

O transplante pulmonar é realizado em pacientes com doença pulmonar terminal independente da etiologia. Entre as principais indicações estão: a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), a fibrose pulmonar idiopática (FPI), a fibrose cística (FC), a deficiência de alfa-1-antitripsina (alfa-1), a hipertensão arterial pulmonar idiopática (HAPI), a fibrose pulmonar (FP), a bronquiectasia, o retransplante e a sarcoidose (AFONSO et al., 2015). Para que estes pacientes tornem-se possíveis receptores eles devem apresentar um decréscimo considerável na função pulmonar, na tolerância ao exercício e na qualidade de vida. Sendo estes, capazes de predizer uma sobrevida menor do que 50% em cinco anos (HARTERT et al., 2014).

A perda de massa muscular, ou sarcopenia, definida como diminuição da quantidade muscular ou decréscimo na função muscular é uma complicação frequente entre os candidatos ao transplante (Tx) sugerida como um fator de risco potencial sobre a morbidade sendo capaz de influenciar o desfecho do transplante. (CRUZ-JENTOFT et al., 2010; HOOK e LEDERER, 2012).

Especificamente, sabe-se que a disfunção dos músculos periféricos é um dos fatores que contribui para a redução da tolerância ao exercício vivenciada pelos pneumopatas (LANGER, 2015), e que este declínio da atividade física nos candidatos a Tx está associado ao aumento no número de mortes dos pacientes mais sedentários em lista de espera (WALSH et al., 2016).

Na busca pela compreensão da patogênese da atrofia muscular dos doentes pulmonares, diferentes componentes celulares e moleculares têm sido investigados. Verifica-se um aumento na degradação muscular associado a uma diminuição na síntese proteica muscular, levando a uma rápida perda de massa muscular e fraqueza generalizada (COHEN et al., 2015).

Potter (2002) relata que a fadiga muscular em pacientes com DPOC, se deve ao trabalho respiratório em excesso, contribuindo assim para o acometimento de diversos desvios posturais, influenciando assim de forma negativa o equilíbrio postural desses indivíduos. Dentre essas alterações posturais se encontra tórax em forma de barril havendo aumento do seu diâmetro ântero-posterior, elevação da cintura escapular e protração da escápula, além de encurtamento da musculatura cervical, gerando assim um aumento da cifose torácica superior e na lordose cervical média. Agravando ainda mais a situação, ocorre o alongamento dos extensores torácicos longos e dos flexores cervicais superiores profundos, gerando uma perda no endurance, diminuindo assim a capacidade de sustentar a postura ereta (POTTER, 2002).

Conforme Palange et al. (1995) uma característica comum em pacientes com DPOC é a intolerância ao exercício físico, e este fato se dá devido a limitação ventilatória destes pacientes, além da disfunção muscular esquelética presente. Bernard e colaboradores (1998) relatam que a fraqueza muscular nesses pacientes se faz mais presente nos membros inferiores, provavelmente devido à menor utilização dessa musculatura nas AVD's. Há também uma menor concentração de enzimas oxidativas no músculo vasto lateral que não se confirma em músculos mais utilizados nas AVD's como deltóide e tibial anterior (GEA et al., 2000; MALTIAS et al., 2000; POUW et al., 2000), assim como a diminuição de força muscular do quadríceps que não se confirma nos músculos abdominais pois ocorre uma alta atividade deste grupo muscular durante a expiração forçada e na tosse (HAMILTON et al., 1995; BERNARD et al., 1998; MADOR et al., 2003; MAN et al., 2005; SILVA e DOURADO, 2008), essa diminuição na força muscular do quadríceps pode ser um dos fatores que aumenta a instabilidade de pacientes com DPOC (WINTER, 1995).

4.3 Reabilitação Pulmonar

Existe uma redução na tolerância do exercício que está associada com a dispneia e a fadiga em pacientes com doença pulmonar grave (SPRUIT et al., 2013). Como forma de contenção para os avanços da sarcopenia e da inatividade física em candidatos a Tx de pulmão, a reabilitação pulmonar (RP) tem sido aplicada nesta população. Alguns estudos tem avaliado os efeitos de exercícios em pacientes em lista de espera, demonstrando que há associação entre a RP pré Tx e a elevação na taxa de sobrevida no período pós cirúrgico, uma melhora na resistência a caminhada e um aumento na qualidade de vida (COSTACHE et al., 2009; FLORIAN et al., 2013; GLOECKL et al., 2015; JASTRZEBSKI et al., 2013; KENN et al., 2015; MANZETTI et al., 1994).

Segundo Rochester (2008) a reabilitação pulmonar apresenta diversos benefícios como: o conhecimento do paciente em relação a sua doença e seu tratamento; garantir que ele compreenda a natureza, os benefícios potenciais, os riscos e os resultados esperados da cirurgia em relação às terapias médicas; prepare-se fisicamente e emocionalmente para a cirurgia. Ela também pode melhorar a sobrevida dos transplantados, pelo menos em parte, estabilizando e melhorando a tolerância ao exercício e a função muscular do paciente. No entanto, segundo autor mais estudos são necessários para determinar se a reabilitação pulmonar pode aumentar os benefícios e resultados do transplante de pulmão.

Entretanto, seria importante que os programas de RP também focassem sobre as adaptações fisiológicas musculares ao exercício. As pesquisas de RP com candidatos ao Tx de pulmão utilizam predominantemente como desfecho final para suas conclusões os questionários de qualidade de vida e o teste da caminhada dos 6 minutos (TC6'), redundantemente concluem que tais programas devem focar em estratégias que otimizem estes desfechos (FLORIAN *et al.*, 2013; GLOECKL et al., 2012; LI et al., 2013). Porém, os mesmos estudos diferem enormemente quanto aos protocolos de treinamento, ao tempo de reabilitação, ao tipo de exercício e a frequência dos exercícios. Acrescido a esta falta de modelo de treinamento, as condições clínicas extremas dos pacientes acarretam em uma dificuldade de periodizar o treinamento destes indivíduos, sendo a carga ou intensidade moduladas conforme a avaliação subjetiva do fisioterapeuta (GLOECKL et al., 2015; LI et al., 2013). Logo, a heterogeneidade das pesquisas, as condições clínicas dos doentes e a escassa variedade de

desfechos avaliados não permitem uma generalização dos resultados em relação a melhor maneira de conduzir a RP na busca do incremento da capacidade funcional e qualidade de vida.

Já em outras populações, os idosos, os jovens e os fibromiálgicos a investigação sobre a melhor forma de treinamento é avaliada através da análise dos efeitos do exercício sobre as adaptações na morfologia muscular e na atividade elétrica muscular. A combinação destes fatores pode influenciar a capacidade de geração de força e a funcionalidade destes indivíduos (AAGAARD, 2002; GABRIEL et al., 2006; HÄKKINEN, A et al., 2001; HÄKKINEN, K. et al., 1998). Schlenstedt e colaboradores (2015) realizaram um estudo com objetivo de comparar o treinamento de força com um treinamento de equilíbrio para melhorar o controle postural em pessoas com doença de Parkinson. Foi encontrada uma fraca evidência de que o treinamento de resistência coordenado livremente pode ser mais eficaz que o treinamento de equilíbrio. Foram encontradas relações entre o aumento da taxa de produção de força e a melhora no controle postural, mostrando que o treinamento com cargas pode ser um forte aliado na melhora do controle postural de pessoas com doença de Parkinson.

Hoffman e colaboradores (2017) realizaram uma revisão sistemática visando avaliar os efeitos da reabilitação pulmonar em candidatos a transplante de pulmão, tendo como desfecho primário a qualidade de vida. Foram selecionados seis estudos, sendo cinco estudos incluíram avaliação da qualidade de vida usando o questionário *Short Form 36* (SF-36), demonstrando melhorias em alguns domínios. Todos os estudos avaliaram a capacidade de exercício por meio do TC6², e em cinco deles houve melhora nesse desfecho após a RP. Devido às diferentes características dos estudos, não foi possível realizar uma metanálise. Os autores concluíram que a reabilitação se mostra uma opção efetiva de tratamento para essa população, melhorando a sua qualidade de vida e a sua capacidade física. Os autores ressaltam ainda a necessidade da realização de mais estudos de alta qualidade metodológica que abordem os efeitos da reabilitação pulmonar em candidatos de transplante de pulmão.

Ebenbichler et al. (2019) realizaram um estudo com 50 candidatos a Tx, afim de classificar comprometimentos no controle postural utilizando posturografia computadorizada, pré e pós reabilitação pulmonar. Foram utilizados os seguintes Testes: Teste de Organização Sensorial (SOT), Teste de Controle Motor (MCT) e Teste de Limites de Estabilidade (LOS). Os resultados mostram que antes da reabilitação os escores SOT e LOS, estavam abaixo dos valores de referência normativos (com exceção do MCT) e não retornaram ao normal após a reabilitação. O comprometimento do

controle postural sensitivo e antecipatório foi insuficientemente restaurado após a reabilitação em candidatos a Tx. Os autores ressaltam que a pouca sensibilidade dos escores SOT ou LOS para detectar uma mudança mínima no desempenho devido à reabilitação limita a aplicabilidade clínica desses testes como medidas de resultados objetivos na reabilitação de candidatos a Tx, apesar disso nota-se que assim como no nosso estudo, os autores encontraram valores menores de limite de estabilidade e de organização sensorial, variáveis essas que tem relação direta com o sistema de equilíbrio postural e com o aumento do risco de quedas.

5 CAPÍTULO II

RELAÇÃO ENTRE O EQUILÍBRIO POSTURAL E VARIÁVEIS FUNCIONAIS, MORFOLÓGICAS E NEUROMUSCULARES EM CANDIDATOS A TRANSPLANTE DE PULMÃO

RESUMO

As quedas estão associadas ao aumento da mortalidade, a diminuição da independência e do nível de atividade física além da piora na qualidade de vida em indivíduos que possuem doenças crônicas pulmonares. Sabe-se pouco sobre o equilíbrio postural e suas possíveis relações com outras variáveis biomecânicas em estágios mais avançados de doenças crônicas pulmonares, como em candidatos da transplante de pulmão (Tx). O presente estudo objetiva avaliar a relação entre o equilíbrio postural, a funcionalidade, a força e a espessura muscular em candidatos a transplante de pulmão. Participaram do estudo oito candidatos a Tx de ambos os sexos. Para avaliação do equilíbrio postural foram utilizadas a Escala de Equilíbrio de Berg e o Teste de Tinetti. Já para a funcionalidade foi realizado o Teste de Sentar e Levantar em 30'' (SL30'') e o Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6'). Para avaliação da espessura muscular dos extensores do joelho foi utilizado um equipamento de ultrassonografia e para avaliação da força dos extensores de joelho foi utilizada uma célula de carga. Os resultados apontam correlações positivas e fortes entre o Teste de Tinetti e a Escala de Berg e o TC6', indicando que elas são diretamente proporcionais, ou seja, quanto melhor o equilíbrio postural, melhor o seu desempenho na marcha, e melhor a sua funcionalidade em candidatos a Tx. Quanto o TC6', houve diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos e os preditos para essa faixa etária e sexo, mostrando que a funcionalidade desses pacientes está prejudicada.

Palavras-chave: Equilíbrio Postural; Transplante; Força Muscular.

ABSTRACT

Falls are associated with increased mortality, decreased independence and level of physical activity, and worsening of quality of life in individuals with chronic lung diseases. Little is known about postural balance and its possible relationships with other biomechanical variables in more advanced

stages of chronic lung diseases, such as lung transplant (Tx) candidates. The present study aims to evaluate the relationship between postural balance, functionality, strength and muscle thickness in lung transplant candidates. Eight male and female Tx candidates participated in the study. The Berg Balance Scale and the Tinetti Test were used to assess postural balance. For the functionality, the Sit and Lift Test 30''(SL30'') and the Six Minute Walk Test (TC6') were performed. For assessment of knee extensor muscle thickness, an ultrasound equipment was used and a load cell were used to evaluate the strength of the knee extensors. The results point to positive and strong correlations between the Tinetti Test and the Berg Scale and the TC6', indicating that they are directly proportional, ie, the better the postural balance, the better their gait performance, and the better their functionality in Tx candidates. Regarding the TC6', there was a statistically significant difference between the values obtained and those predicted for this age group and sex, showing that the functionality of these patients is impaired.

Keywords: Postural Balance; Transplantation; Muscle Strength.

5.1 INTRODUÇÃO

O controle postural seja em processos de estabilidade ou de orientação, necessita da interação complexa dos sistema neural e musculoesquelético, esse último apresenta componentes como amplitude de movimento articular, flexibilidade espinal, propriedades musculares e relações biomecânicas entre os segmentos corporais interligados¹.

Os sistemas sensorial, motor e nervoso formam o sistema de controle postural, o qual permite que um corpo se mantenha em equilíbrio. Cada um destes sistemas desempenha uma função para a manutenção da postura ereta. O sistema sensorial disponibiliza informações sobre o posicionamento dos segmentos corporais em relação a outros segmentos e ao próprio ambiente, o sistema motor ativa adequada e corretamente os músculos para que se executem os movimentos, e o sistema nervoso central realiza a integração de informações advindas do sistema sensorial e posteriormente envia impulsos nervosos para os músculos, os quais geram as respostas musculares².

O acometimento de desequilíbrios posturais pode ser bastante prejudicial aos indivíduos, não atingindo apenas os idosos, existem outras populações que também podem apresentar aumento na instabilidade postural, como é o caso de pessoas que possuem doença pulmonares crônicas³. Como

consequência a esse déficit de equilíbrio há o aumento no risco de quedas, redução da autonomia motora, diminuindo assim, a qualidade de vida do indivíduo⁴.

A Associação Brasileira de Transplante de Órgãos, relata que em 2018, haviam 187 pacientes em lista de espera para transplante pulmonar no Brasil e 84 no estado do Rio Grande do Sul (RS), sendo realizados 93 transplantes, dos quais 51 no RS⁵. Entretanto, o número de órgãos disponibilizados para doação não é suficiente para suprir a demanda cada vez maior de pacientes candidatos ao tratamento. No mesmo ano, 95 indivíduos ingressaram na lista de espera nacional, esta desproporção entre transplantes realizados e novos ingressos contribui para uma mortalidade de 22% sobre os indivíduos que aguardam o transplante⁶⁻⁷.

Ao referir-se a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), o risco de quedas parece menos importante que as consequências respiratórias da doença, porém as quedas estão associadas a aumento da mortalidade, diminuição da independência e do nível de atividade física e piora da qualidade de vida nesses indivíduos⁸, mostrando que essa variável deve ser mais investigada, principalmente em candidatos a transplante pulmonar (Tx), que estão numa fase mais avançada na doença, sendo que na literatura ainda há escassez desse tipo de estudo. Perante o exposto, o presente estudo objetiva avaliar a relação entre o equilíbrio postural, a funcionalidade, a força e a espessura muscular em candidatos a transplante de pulmão.

5.2 MÉTODOS

5.2.1 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo do tipo transversal, realizado com oito candidatos a transplante de pulmão, todos pacientes do Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (RS), no período entre fevereiro de 2018 e fevereiro de 2019. O presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), parecer número 68816917.9.0000.5327.

5.2.2 Critérios de inclusão

Foram selecionados oito candidatos a transplante de pulmão, tanto do sexo masculino quanto do feminino, com mais de 15 anos de idade devendo estar em acompanhamento no Ambulatório do Serviço de Pneumologia do HCPA. Após a seleção dos indivíduos via análise dos prontuários, os indivíduos que preencherem os critérios de inclusão foram analisados juntamente a equipe médica e,

se liberados, foram convidados a participar da pesquisa. Somente realizaram os procedimentos de avaliação aqueles que assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

5.2.3 Critérios de exclusão

Anemia, dislipidemia em tratamento, coinfeção com AIDS (síndrome da imuno deficiência adquirida), insuficiência renal crônica, dispnéia em repouso, usuário de álcool, tabaco e ou drogas ilícitas, comprometimento músculo esquelético ou neurológico que impedisse a realização dos exercícios, não estivesse na fila para a realização de Tx no HCPA, que estivessem realizando ou tenham realizado atividade física nos últimos três meses, não realizassem todo o protocolo de RP, hipertensão, labirintite, dor na coluna vertebral ou outros problemas que possam interferir no equilíbrio postural, Não concordassem em participar do estudo por meio do TCLE.

5.2.4 Desenho do Estudo

Primeiramente foi repassado para os indivíduos uma breve explicação sobre toda a pesquisa e como seriam os testes a serem realizados, também foi apresentado o TCLE, após a sua assinatura foi realizada uma anamnese, seguida da avaliação antropométrica. O indivíduo permanecia 10 minutos em repouso deitado em decúbito dorsal para a avaliação da espessura muscular com ultrassonografia. Após a avaliação morfológica foram realizadas as escalas de equilíbrio postural, primeiramente a Escala de Equilíbrio de Berg e após o Teste de Tinetti. Em seguida foram realizados os testes de força máxima com registro da atividade elétrica dos extensores de joelho, e por fim os testes funcionais de Sentar e Levantar em 30 segundos e o Teste da Caminhada de 6 minutos, todos realizados no Serviço de Reabilitação da Pneumologia do HCPA.

5.2.5 Instrumentos e Procedimentos para a Coleta de Dados

5.2.6 Avaliação Antropométrica

Para mensurar a estatura dos indivíduos foi utilizado um estadiômetro, com resolução de 5 mm e para a medida da massa corporal, foi utilizada uma balança digital, com resolução de 0,1 kg.

5.2.7 Avaliação Neuromuscular

Para a análise da força isométrica voluntária máxima dos músculos extensores de joelho foi utilizada uma célula de carga HBM do Brasil acoplada a uma cadeira extensora Cybergym e a um

sistema de análise (Miotool). Os procedimentos de processamento dos sinais biológicos para a obtenção das variáveis do estudo foram desenvolvidos por meio de rotinas matemáticas em plataforma Matlab® (Mathworks, USA).

Os indivíduos foram posicionados sentados na cadeira extensora, com o quadril e joelhos flexionados (90° e 60° respectivamente)⁹. Após aquecimento articular e familiarização com o protocolo, os indivíduos realizaram três contrações voluntárias máximas isométricas (CVMI) de extensão de joelhos com duração de cinco segundos com um intervalo de descanso de um minutos entre cada contração.

Para a análise da força foi utilizado filtro passa-baixa de 15 Hz a fim de eliminar ruídos de alta frequência. O início da força foi estabelecido a partir da diferença de 2,5% em relação à linha de base e o pico de força durante a CVMI¹⁰.

Para o cálculo do valor predito da força dos músculos extensores de joelho foi utilizada a equação de Neder et al.¹¹, a qual é indicada para indivíduos saudáveis brasileiros de ambos os sexos, na faixa etária de 20 a 80 anos de idade, como demonstra as equações abaixo:

Equação 1: $-1,53 \times \text{idade} + 133 \times \text{estatura} + 0,75 \times \text{massa} + 34,44 \times \text{sexo}$ (masculino= 1, feminino = 0) – 66,44

5.2.8 Avaliação do Equilíbrio Postural

Escala de Equilíbrio de Berg (EEB)

O equilíbrio postural foi avaliado por meio da Escala de Equilíbrio de Berg, a qual foi criada em 1992 por Katherine Berg, e tem tido ampla utilização para avaliar o equilíbrio em indivíduos com DPOC⁴⁻¹². Esta escala foi traduzida e adaptada para a língua portuguesa por Miyamoto et al.¹³, na sua dissertação de mestrado. Portanto sua versão brasileira é um instrumento confiável para ser usado na avaliação do equilíbrio de populações especiais como os pacientes com DPOC. A escala possui uma pontuação máxima de 56 pontos, onde cada item possui cinco alternativas, que variam de 0 a 4 pontos. É de fácil e rápida aplicação, em torno de 15 minutos¹⁴.

Através dessa escala podemos calcular o risco de quedas dos indivíduos, que segundo Shumway-Cook & Woollacott¹⁵, na amplitude de 56 a 54 pontos, cada ponto a menos é associado a

um aumento de 3 a 4% abaixo no risco de quedas, de 54 a 46 a alteração de um ponto é associada a um aumento de 6 a 8% de chances, sendo que abaixo de 36 pontos o risco de quedas é de quase 100%.

Teste de Tinetti

O teste de Tinetti é amplamente utilizado para avaliar o equilíbrio postural e anormalidades na marcha. Consiste numa escala de 16 tarefas, nove para o equilíbrio e 7 para a marcha, que são avaliadas por meio da observação do pesquisador. A cada tarefa a resposta pode ser classificada como: normal:0, adaptável:1 e anormal:2. São atribuídos pontos de 0-2 na realização das tarefas totalizando no máximo 28 pontos. O valor abaixo de 19 pontos e entre 19 e 24 pontos representam respectivamente um alto e moderado risco de quedas, 24 a 28 baixo risco de quedas¹⁵.

5.2.9 Avaliação Funcional

Teste de Sentar e Levantar em 30'' (TSL30'')

O TSL30'' foi realizado em uma cadeira, iniciando com o indivíduo sentado com as costas eretas, joelhos e quadris a 90° e pés apoiados sobre uma superfície plana e afastados na largura dos ombros. Os braços ficaram cruzados e fixos sobre o peito. Ao comando verbal o indivíduo levantou até a posição ereta completa e após retornará a posição inicial sentado. O indivíduo foi incentivado a realizar o maior número de repetições possíveis durante os 30 segundos, os quais foram cronometrados. A contagem foi feita verbalmente pelo examinador, apenas dos movimentos completos.

Teste de caminhada de seis minutos (TC6')

Foi verificada a distância percorrida pelo indivíduo dentro de um período de seis minutos, em terreno plano, com uma distância mínima de 30 metros de corredor e estímulo verbal padronizado. Durante o teste o avaliador caminhou um pouco atrás do indivíduo. Além disso, o indivíduo foi estimulado verbalmente a cada minuto transcorrido, para prosseguir a caminhada. Quando ele se sentiu cansado, pode diminuir o ritmo da caminhada, ou até mesmo parar, sendo que neste último caso o cronômetro não foi parado até completar o tempo de seis minutos. Todos os procedimentos utilizados no teste seguiram as normas estabelecidas pela American Thoracic Society¹⁶. Para o cálculo do valor predito foi utilizada a equação de Iwama et al.¹⁷, a qual é indicada para indivíduos saudáveis brasileiros de ambos os sexos, na faixa etária de 13 a 84 anos de idade, como demonstra as equações abaixo:

Equação 2: $DTC6_m = 622,461 - (1,846 \times \text{Idade}_{\text{anos}}) + (61,503 \times \text{Gênero}_{\text{homens -1, mulheres -0}})$

5.2.10 Avaliação Morfológica

Espessura Muscular

As propriedades morfológicas dos músculos de membro inferior dominante foram determinadas por meio de procedimentos de ultrassonografia já descritos na literatura¹⁸⁻¹⁹. Imagens dos músculos reto femoral e vasto intermédio foram obtidas com a utilização de equipamento de ultrassonografia modelo HD7.XE. Phillips Medical Systems Ltda. com as sondas Sonosite. Um único pesquisador foi responsável pela coleta de todas as imagens, obtidas com a musculatura após repouso de 10 minutos e a sonda posicionada sobre uma quantidade adequada de gel transmissor solúvel em água²⁰.

Para a avaliação da espessura muscular transversal os indivíduos foram posicionados deitados em decúbito dorsal e as análises obtidas por meio de uma sonda de arranjo linear. Foram realizadas medidas entre a borda interna das aponeuroses superior e inferior dos respectivos músculos. A região de coleta de imagens foi determinada por meio de parâmetros anatômicos, conforme Radaelli et al.²¹, utilizando-se o grupo muscular dos extensores do joelho, reto femoral e vasto intermédio, 50% do comprimento do fêmur (espinha ílica ântero superior e côndilo lateral do fêmur).

Após a coleta, as imagens foram exportadas para um computador para serem analisadas no programa ImageJ (National Institutes of Health, EUA).

5.2.11 Análise estatística

O grupo de estudo foi selecionado de forma intencional e voluntária. A divulgação da pesquisa foi realizada por meio dos pesquisadores no Serviço de Pneumologia, além de busca no banco de dados do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

Para a descrição da amostra foi utilizada a média e o desvio padrão, já para as variáveis das correlações utilizou-se a mediana e o intervalo interquartil. Foi utilizado o teste de correlação de *Sperman* para verificar se há correlação entre as variáveis do equilíbrio postural, da funcionalidade, da espessura e da força muscular. Para a comparação entre os dados de TCC6' obtido e predito foi utilizado o teste de *Wilcoxon*. A análise estatística foi realizada no software SPSS (versão 18.0, Estados Unidos da América) aplicando-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$) e poder de 90%.

5.3 RESULTADOS

Os resultados do estudo estão descritos nas tabelas 1, 2 e 3, e figuras 6 e 7 abaixo.

Tabela 1. Caracterização basal da amostra.

Indivíduos Variáveis	Média ± DP	A	B	C	D	E	F	G	H
Sexo	-	F	F	F	F	F	M	M	M
Idade (anos)	42,25 ± 14,55	46	51	49	50	24	56	15	47
Estatura (m)	1,6 ± 0,08	1,49	1,56	1,50	1,63	1,62	1,66	1,65	1,72
Massa (Kg)	53,95 ± 9,42	61,4	44,9	44,9	67,7	46	64,1	47,2	55,4
Diagnóstico	-	FP	B	B	FP	FC	B	BE	FI
Oxigenioterapia	-	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
TC6' (m) obtido	407,75 ± 90,84	317	400	435	435	517	416	242	500
TC6' (m) predito	567,76 ± 45,45	537	528	532	530	578	580	658	597
CVL (L)	1,34 ± 0,42	-	1,37	1,34	1,33	1,79	1,66	0,56	-
VEF1 (%)	32,61 ± 9,64	-	27,0	31,10	39,70	39,00	42,10	16,80	-
VEF1/CVF	70,80 ± 14,52	-	54,66	56,83	82,06	70,20	86,13	86,96	-
Berg	51,12 ± 3,52	46	51	51	47	56	53	50	55
Total: 56 pontos									
Tinetti	25,5 ± 1,77	23	24	27	26	28	25	24	27
Total: 28 pontos									
SL30'' (repetições)	9,87 ± 1,24	8	10	9	11	10	9	10	12

FP: Fibrose Pulmonar; B: Bronquiectasias; FI: Fibrose Idiopática; FC: Fibrose Cística; BE: Bronquiolite; SL30'': Teste de Sentar e Levantar em 30 segundos; TC6': Teste de Caminhada de 6 minutos; m: metros; Kg: quilograma; CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado em 1 segundo; L: litro.

Tabela 2: Estatística descritiva e correlações entre as variáveis de controle postural, funcionalidade, força e espessura muscular.

Variável		Tinetti	TSL30''	TC6'	Força	Espessura
Unidade		(pontos)	(repetições)	(metros)	(Kgf)	(centímetros)
Mediana		25,5	10	425,5	21,91	66,26
IQ (25-75)		(24-27)	(9-10,75)	(337,75-483,75)	(16,53-24,42)	(60,80-68,57)
N		8	8	8	7	7
Berg	ρ	0,73	0,31	0,70	-0,48	-0,72
(pontos)						
51						
(48-54,5)	p	0,03*	0,44	0,05	0,26	0,68
8						
Tinetti	ρ	-	0,42	0,93	-0,10	-0,47
(pontos)						
25,5						
(24-27)	p	-	0,28	0,00**	0,81	0,28
8						

*Significância estatística ($p \leq 0,05$); **Significância estatística ($p \leq 0,01$); N: número de indivíduos; TSL30'': Teste de Sentar e Levantar em 30 segundos; TC6': Teste de caminhada de seis minutos; IQ: intervalo interquartil; ρ = valor da correlação de Spearman; Espessura: espessura média dos extensores do joelho; Kgf: quilograma-força.

Tabela 3: Comparação entre os valores do TC6' obtidos e aqueles preditos pela equação proposta por Iwama et al.¹⁷, e entre o pico de força dos extensores do joelho proposto por Neder et al.¹¹.

Mediana			
IQ (25-75)	Valores obtidos	Valores preditos	Valor de p
N			
TC6' (m)	425,50	557,85	
8	(337,75-483,75)	(530,62-593,04)	0,01*
Força (Kgf)	21,91	248,16	
7	(16,53-24,42)	(241,70-277,55)	0,01*

*Significância estatística ($p \leq 0,05$); TC6': Teste de caminhada de seis minutos; IQ: intervalo interquartil; Kgf: quilograma-força.

Os resultados apontam correlações positivas e fortes segundo o critério de Malina⁽²³⁾ nas associações entre a escala de Berg e o Teste de Tinetti ($p=0,03$) e entre o TC6' e o Teste de Tinetti ($p=0,00$).

Em relação aos valores obtidos e preditos no TC6', houve diferença estatisticamente significativa ($p=0,01$).

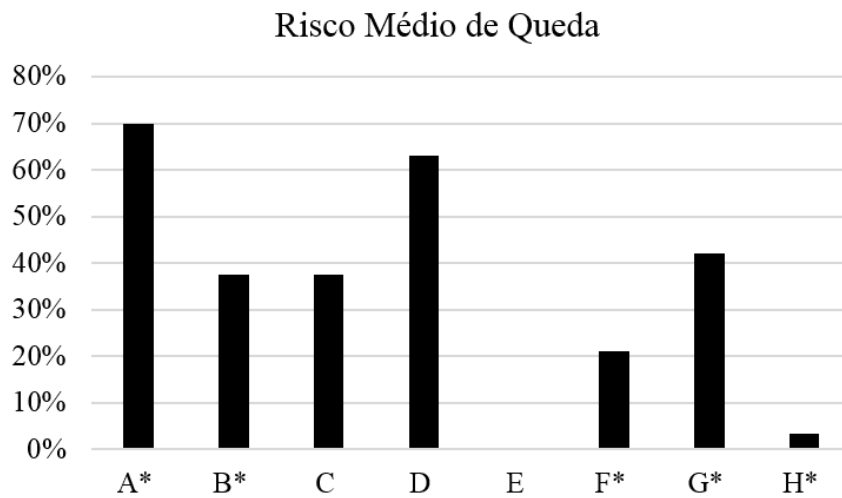


Figura 6. Variação do percentual médio do risco de queda da Escala de Equilíbrio de Berg (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1997). * Oxigenioterapia. Tx: transplante de pulmão.

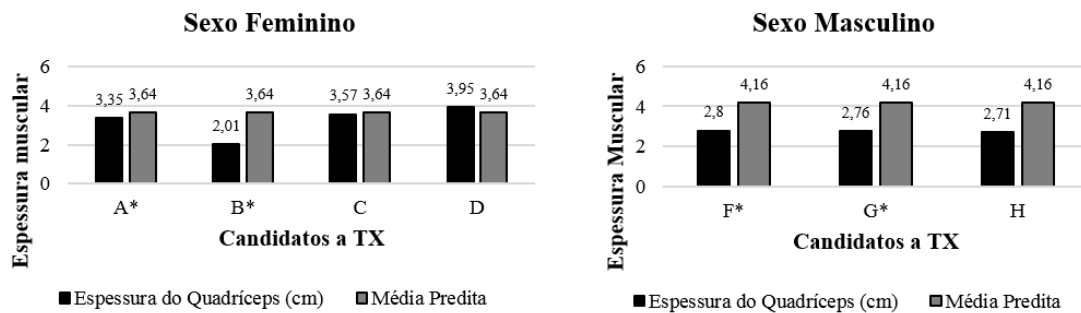


Figura 7. Valores da espessura muscular dos extensores do joelho nos candidatos a Transplante de Pulmão (Tx) e valor médio em adultos saudáveis (ARTS et al., 2009). *Oxigenioterapia. Indivíduo E: não realizou essa avaliação.

5.4 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar se há relação entre o equilíbrio postural, a funcionalidade, a força e a espessura muscular em candidatos a transplante de pulmão, além de comparar os valores de funcionalidade e espessura muscular com os valores preditos para a sua faixa etária e sexo. Os resultados apontam correlações positivas e fortes entre o Teste de Tinetti e a Escala

de Equilíbrio de Berg e o TC6', indicando que elas são diretamente proporcionais, ou seja, quanto melhor o equilíbrio postural, melhor o seu desempenho na marcha, e melhor a sua funcionalidade. O TSL30", a espessura e a força muscular não se correlacionaram com as variáveis de equilíbrio.

Quanto aos valores obtidos no TC6' e no pico de força dos extensores do joelho, ambos foram significativamente menores que os preditos para essa faixa etária e sexo, mostrando eles possuem fraqueza muscular e por consequência a funcionalidade desses pacientes está prejudicada. Quanto aos valores de espessura muscular, com exceção do indivíduo D e do E (o qual não realizou essa avaliação), todos os outros apresentaram médias menor do que a predita de acordo com o sexo.

Karuka et al.²⁴ realizaram um estudo objetivando analisar a correlação entre alguns testes usados para avaliar o equilíbrio corporal no idoso, entre eles a escala de Berg e de Tinetti. Assim como em nosso estudo, os autores encontraram correlações positivas, no entanto, moderadas entre as variáveis ($r=0,6088$; $p=0,0004$), sugerindo que os testes são complementares, dado que se mostraram com particularidades e limitações distintas. Os autores sugerem a aplicação conjunta desses instrumentos para melhor avaliar o equilíbrio de idosos, outro aspecto a ser levantado nesse estudo é de que dentre os instrumentos de avaliação do equilíbrio utilizados, ressalta-se a vantagem desses dois instrumentos em relação às demais (Teste de Alcance Funcional Anterior e teste Timed Up and Go), pois eles avaliam muitos aspectos diferentes do equilíbrio e necessitam de poucos equipamentos para serem administrados, sendo uma boa alternativa para pesquisas em ambiente clínico e hospitalar.

Em relação à média do percentual de risco de quedas, percebe-se que com exceção do paciente B, todos os outros apresentam risco de queda, que varia de 4% a 70%, risco esse que não é esperado para uma população jovem e adulta como essa, mostrando que as doenças crônicas pulmonares afetam de forma negativa o controle postural. Outra informação relevante, é que todos os pacientes que faziam uso da oxigenioterapia, apresentaram risco de queda, sugerindo que a progressão da doença faz com que aumente a sua oscilação postural, e por consequência o risco de quedas.

Ebenbichler et al.²⁵ realizaram um estudo com 50 candidatos a Tx, afim de classificar comprometimentos no controle postural utilizando posturografia computadorizada, pré e pós reabilitação pulmonar. Foram utilizados os seguintes Testes: Teste de Organização Sensorial (SOT), Teste de Controle Motor (MCT) e Teste de Limites de Estabilidade (LOS). Os resultados mostram que antes da reabilitação os escores SOT e LOS, estavam abaixo dos valores de referência normativos (com exceção do MCT) e não retornaram ao normal após a reabilitação. O comprometimento do

controle postural sensitivo e antecipatório foi insuficientemente restaurado após a reabilitação em candidatos a Tx. Nota-se que assim como no nosso estudo, os autores encontraram valores menores que os preditos de variáveis que determinam o controle postural e conseqüentemente tem relação direta com o aumento do risco de quedas.

Porto e colaboradores²⁶ realizaram uma revisão sistemática afim de avaliar o controle postural em pacientes com DPOC. Os autores relatam que o déficit no equilíbrio postural é bem documentado para os idosos, entretanto apesar de ter sido bastante estudado em pacientes com DPOC, sua avaliação ainda não foi padronizada para essa população, gerando resultados inconsistentes nos estudos. Os autores concluíram que pacientes com DPOC tem prejuízo no controle postural comparados a pessoas saudáveis, apresentando como fatores a associação à perda de força muscular, uma menor capacidade funcional e independência além do sedentarismo.

Afim de comparar medidas de equilíbrio, coordenação e mobilidade entre pacientes com DPOC e controles saudáveis e avaliar se elas tem relação com o grau de severidade da doença, Butcher et al.²⁷, avaliaram 15 pacientes com DPOC que necessitaram do uso da oxigenioterapia, 15 pacientes com DPOC que não necessitaram do uso da oxigenioterapia e 21 controles saudáveis. Os autores relatam que os déficits mais significativos no equilíbrio, coordenação e na mobilidade foram encontrados no grupo dependente de oxigênio. Esses achados corroboram com nosso estudo no qual, todos os pacientes que faziam uso da oxigenioterapia apresentaram risco de queda segundo o critério de Shumway-Cook e Woollacott¹⁵.

Os achados em relação ao pico de força dos extensores do joelho mostraram-se menores que os valores preditos de acordo com a faixa etária, massa e sexo nos candidatos a Tx do presente estudo. De acordo com Hopkinson et al.²⁸ esse fato já é bem conhecido na população com DPOC, os autores relatam que a redução na força muscular de membro inferior, forma mais acentuada no quadríceps, pode ser de duas a quatro vezes mais rápida do que indivíduos saudáveis.

Embora déficits no equilíbrio postural sejam cada vez mais reconhecidos na DPOC, pouco se sabe sobre as desordens nos seus subcomponentes. Visando responder esse questionamento, Beauchamp et al.¹¹ realizaram um estudo visando determinar os componentes específicos do equilíbrio que são prejudicados pelo DPOC e investigar possíveis associações entre equilíbrio, força muscular periférica e atividade física. Foram avaliados 37 pacientes com DPOC e 20 controles saudáveis pareados por idade. Os resultados mostram que indivíduos com DPOC possuem deficiência

em todos os subcomponentes de equilíbrio e demonstram tempos de reação mais lentos em resposta a perturbações, sugere-se que déficits no equilíbrio estão associados a níveis reduzidos de atividade física e fraqueza muscular esquelética. Assim como em nosso estudo, os autores encontraram déficit no controle postural, na funcionalidade e na força muscular, mostrando que os candidatos a Tx apresentam controle postural semelhante aos pacientes com DPOC, e que o sistema de controle postural se relaciona com diversos fatores que podem reduzir a qualidade de vida e as atividades de vida diária de indivíduos com doença pulmonar crônica.

Florian e colaboradores²⁹, avaliaram a funcionalidade com TC6' e a qualidade de vida de 58 candidatos a Tx, pré e pós a reabilitação pulmonar. Os autores obtiveram uma média de 367 ± 136 metros de distância percorrida no TC6 na avaliação prévia a intervenção, a qual foi menor que a encontrada no nosso estudo ($407,75 \pm 90,84$ m). Como a média de idade dos participantes desse estudo foi de 46 ± 14 anos, que é uma faixa etária semelhante a do nosso estudo ($42,25 \pm 14,55$ anos), então acredita-se que eles também estivessem abaixo da distância predita para o TC6' ($567,76 \pm 45,45$ metros), mas como não temos os valores preditos no estudo de Florian et al.²⁹, não podemos afirmar essa colocação.

Num outro estudo com a mesma população, Maciel et al.³⁰ avaliaram as características clínicas e funcionais de pacientes em avaliação para transplante de pulmão. Foram investigados 98 candidatos a Tx, com média de idade de $45,2 \pm 14,8$ anos. Os autores encontraram uma média de $290,28 \pm 123,21$ metros no teste de caminhada de seis minutos, valor mais baixo que o encontrado no nosso estudo e no do Florian et al.²⁹, no entanto, esse foi o estudo com maior número de participantes.

Apesar de não ter havido correlação entre a espessura muscular dos extensores do joelho e as outras variáveis do estudo, ao compararmos com a média predita para a população adulta saudável de acordo com o sexo³¹ nota-se que com exceção de um indivíduo do sexo feminino (D), todos os outros apresentaram espessura muscular menor que a média esperada. Acredita-se que essa redução na massa muscular em candidatos a Tx, pode justificar o aumento no risco de quedas e a redução na funcionalidade através do desempenho menor que o predito no TC6', encontrados nesse estudo.

Em um estudo realizado por Schwebel e colaboradores³² com objetivo de avaliar o estado nutricional de candidatos a transplante de pulmão, os autores relatam que a depleção nutricional em candidatos a Tx é altamente prevalente e deve ser mais precisamente avaliada com uma referência

especial à massa corporal magra, uma vez que tem consequências específicas, tanto para pacientes na fila de espera quanto após o transplante pulmonar.

Rozenberg e colaboradores³³ realizaram uma revisão sistemática sobre sarcopenia em transplante pulmonar. Os autores relatam que candidatos a Tx apresentam prejuízos significativos na massa, força e função musculoesquelética, todas essas medidas individuais de sarcopenia, essa disfunção foi observada no período pré e pós e pode ter um efeito importante nos resultados do transplante. Os autores ressaltam ainda que há uma infinidade de técnicas de medição para avaliar medidas individuais de sarcopenia e que é necessária uma maior padronização das técnicas de medição para avaliar impacto clínico da sarcopenia no transplante de pulmão.

Percebe-se que variáveis morfológicas são bem descritas na literatura para indivíduos com DPOC. Estudos com essa população demonstram redução na sua massa muscular³⁴ além de pacientes mais graves apresentarem médias menores na musculatura do quadríceps em termos de área e espessura (média de 2,33 cm), mas não de circunferência, sendo que aqueles com dispneia mais avançada apresentam tendência de redução da área do quadríceps, sem significância estatística³⁵.

Um estudo realizado por Man e colaboradores³⁶ relata ainda que a força do quadríceps é substancialmente reduzida em indivíduos com DPOC. O desuso pode ser o principal fator no desenvolvimento da fraqueza musculoesquelética nessa população. Disfunções no sistema musculoesquelético em doentes pulmonares crônicos, caracteriza-se como uma das principais características extrapulmonares dessa comorbidade. Essas alterações estão relacionadas a alterações nutricionais (anorexia/desnutrição), disfunção muscular periférica, redução da capacidade do exercício e a dispneia, que podem levar a redução da capacidade funcional e ao sedentarismo, fator esse que está diretamente relacionado com o aumento do risco de exacerbações e de mortalidade precoce³⁶⁻³⁷⁻³⁸.

O presente estudo apresenta limitações. A maior delas é o tamanho da amostra, pois não atingimos o n calculado para o estudo de 10 candidatos a transplante de pulmão. Fato esse que pode ter mascarado possíveis correlações que poderiam ter sido significativas, como a correlação entre o TC6' e a Escala de Equilíbrio de Berg ($p=0,051$). Acredita-se que o maior fator de impedimento, tenha sido a condição avançada da doença e o fato da maioria dos pacientes não residir na cidade, pois o deslocamento em dias extras para o hospital era muito exaustivo para os pacientes, visto que a maioria estava em estágio avançado da doença e fazia uso da oxigenioterapia.

5.5 CONCLUSÃO

O presente estudo mostra que quanto melhor o equilíbrio postural dos candidatos a Tx, melhor o seu desempenho na marcha e melhor a sua funcionalidade. O TSL30”, a espessura e o pico de força muscular não se correlacionaram com as variáveis de equilíbrio. Quanto aos valores obtidos no TC6’ e no pico de força dos extensores do joelho, ambos foram significativamente menores, mostrando que a sua funcionalidade está prejudicada. Quanto aos valores de espessura muscular, com exceção de dois indivíduos, todos os outros apresentaram médias menores do que a predita de acordo com o sexo.

Sugere-se mais estudos com um n maior, para que sejam implementados dentro dos programas de reabilitação pulmonar exercícios específicos para a melhora no equilíbrio postural, e como consequência uma melhora na sua funcionalidade e redução do risco de quedas, fator encontrado em 7 dos 8 indivíduos avaliados nesse estudo, que podem trazer consequências e agravamento da condição dessa população.

5.6 REFERÊNCIAS

1. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle motor: teorias e aplicações práticas. 3a ed. Barueri: Manole; 2010.
2. Duarte M, Freitas SMSF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. Revista Brasileira de Fisioterapia. 2010;14(3):183-92. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552010000300003>.
3. Chang AT, Seale H, Walsh J, Brauer SG. Static balance is affected following an exercise task in chronic obstructive pulmonary disease. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention. 2008;28(2):142-145. doi: 10.1097/01.HCR.0000314209.17300.cc
4. Beauchamp MK, O'hoski S, Goldstein RS, Brooks D. Effect off pulmonary rehabilitation on balance in persons with chronic obstructive pulmonary disease. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2010;91(9):1460-1465, 2010. doi: 10.1016/j.apmr.2010.06.021
5. Associação Brasileira de Transplante de Órgãos (ABTO). Dados numéricos da doação de órgãos e transplantes realizados por estado e instituição no período: janeiro/setembro- 2018. Registro Brasileiro de Transplantes. 2018;3:1-2. <http://www.abto.org.br/abtov03/Upload/file/RBT/2018/rbt2018-let-3t.pdf>

6. Associação Brasileira de Transplante de Órgãos (ABTO). Dados numéricos da doação de órgãos e transplantes realizados por estado e instituição no período: janeiro/setembro- 2016. Registro Brasileiro de Transplantes. 2016; 3: 1-20. <http://www.abto.org.br/abtov03/Upload/file/RBT/2016/RBT20163t-let.pdf>
7. Cilene P. et al. Transplante pulmonar: abordagem geral sobre seus principais aspectos. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2015;41(6):547–553. <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-37562015000000100>
8. Morello RT. et al. In-hospital falls and fall-related injuries: a protocol for a cost of fall study. *Injury Prevention*. 2013;19(5):363. doi: 10.1136/injuryprev-2012-040706
9. Aragão FA, Schafer GS, Albuquerque CE, Vituri RF, De Azevedo FM, Bertolini GRF. Eficiência neuromuscular dos músculos vasto lateral e bíceps femoral em indivíduos com lesão de ligamento cruzado anterior. *Revista Brasileira de Ortopedia*. v. 2015;50(2):180-185. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2014.03.004>
10. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson SP, Dyhre-Poulsen P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*. 2002;93(4):1318-1326. doi: 10.1152/jappphysiol.00283.2002
11. Neder JA, Nery LE, Shinzato GT, Andrade MS, Peres C, Silva AC. Reference values for concentric knee isokinetic strength and power in nonathletic men and women from 20 to 80 years old. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1999;29(2):116-26. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1999.29.2.116>
12. Beauchamp MK, Sibley KM, Lakhani B, et al. Impairments in systems underlying control of balance in COPD. *Chest*. 2012;141:1496–1503. doi: 10.1378/chest.11-1708
13. Miyamoto ST, Lombardi J, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2004;37(9):1411-1421. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2004000900017>
14. Berg K, Maki B, Williams J. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1992;73:1073–1080. [https://www.archives-pmr.org/article/0003-9993\(92\)90174-U/abstract](https://www.archives-pmr.org/article/0003-9993(92)90174-U/abstract)
15. Shumway-Cook A, Baldwin M, Polissar NL, Gruber W. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Physical Therapy*. 1997;77:812-819.

16. American Thoracic Society, ATS. Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2002;166:111–117. doi: 10.1164/rccm.166/1/111
17. 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. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2009;42(11):1080-1085. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2009005000032>
18. Narici MV, Hoppeler H, Kayser B, Landoni L, Claassen H, Gavardi C, et al. Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1996;157(2):175-186. doi: 10.1046/j.1365-201X.1996.483230000.x
19. Reeves ND, Maganaris N, Narici MV. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. *European Journal of Applied Physiology*. 2004;91(1):116-118. doi: 10.1007/s00421-003-0961-9
20. Blazeovich AJ, Gill ND, Zhou S. Intra- and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo. *Journal of Anatomy*. 2006;209:289–310. doi: 10.1111/j.1469-7580.2006.00619.x
21. Radaelli R, Wilhelm Neto EN, Marques MFB, Pinto RS. Espessura e qualidade musculares medidas a partir de ultrassonografia: influência de diferentes locais de mensuração. *Revista Brasileira de Cineantropometria Desempenho Humano*. 2011;13(2):87-93. doi: 10.5007/1980-0037.2011v13n2p87
22. Sillen MJ, Franssen FM, Delbressine JM, Vaes AW, Wouters EF, Spruit MA. Efficacy of lower-limb muscle training modalities in severely dyspnoeic individuals with COPD and quadriceps muscle weakness: results from the DICES trial. *Thorax*. 2014;69:525-31. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-204388>
23. Malina RM. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1996;67:48-57.
24. Karuka AH, Silva JAMG, Navega MT. Análise da concordância entre instrumentos de avaliação do equilíbrio corporal em idosos. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2011;15(6):460-466. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552011000600006>.

25. Ebenbichler G1, et al. Impairments in Postural Control and Retest Reliability of Dynamic Posturographic Measures After Lung Transplantation. *American Journal Physical Medicine Rehabilitation*. 2019;98(5):353-359. doi: 10.1097/PHM.0000000000001095.
26. Porto EE, et al. Postural control in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 2015;10:1233-1239. doi: 10.2147/COPD.S63955
27. Hopkinson NS, Tennant RC, Dayer MJ, Swallow EB, Hansel TT, Moxham J, et al. A prospective study of decline in fat free mass and skeletal muscle strength in chronic obstructive pulmonary disease. *Respiratory Research*. 2007;8:25. <http://dx.doi.org/10.1186/1465-9921-8-25>
28. Butcher SJ, Meshke JM, Sheppard MS. Reductions in functional balance, coordination, and mobility measures among patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*. 2004;24:274–280.
29. Florian J, Rubin A, Mattiello R, Fontoura FF, Camargo JJP, Teixeira PJZ. Impacto da reabilitação pulmonar na qualidade de vida e na capacidade funcional de pacientes em lista de espera para transplante pulmonar. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2013;39(3):349-356. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132013000300012>
30. Maciel SF, Oliveira JCM, Almeida MDT, Afonso Júnior JE. Características clínicas e funcionais de pacientes em avaliação para transplante de pulmão do Hospital Israelita Albert Einstein (HIAE). *ASSOBRAFIR Ciência*. 2014;5(1):11-26. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/rebrafis/article/view/14913>
31. Arts IM, et al., Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults. *Muscle Nerve*. 2010;41(1):32-41. doi: 10.1002/mus.21458
32. Schwebel C, et al. Prevalence and consequences of nutritional depletion in lung transplant candidates. *European Respiratory Journal*. 2000;16:1050-1055. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11292104>
33. Rozenberg MD, Lisa Wickerson MSc, BScPT, Lianne G. Singer MD, Sunita Mathur PhD PII: Sarcopenia in Lung Transplantation: A Systematic Review. *Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2014;33(12):1203-1212. doi: 10.1016/j.healun.2014.06.003
34. Engelen MAM, Schols AMWJ, Baken WC, Wesseling GJ, Wouters EFM. Nutritional depletion in relation to respiratory and peripheral skeletal muscle function in an outpatient population with

chronic obstructive pulmonary disease. *European Respiratory Journal*. 1994;7:1793–1797. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7828687>

35. Braga RC, et al. Avaliação ultrassonográfica do quadríceps femoral na caracterização de gravidade da doença pulmonar obstrutiva crônica. *Arquivos Catarinenses de Medicina*. 2018;47(1):59-70. <http://www.acm.org.br/acm/seer/index.php/arquivos/article/view/242>

36. Man WD, et al. Non-volitional assessment of skeletal muscle strength in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2003;58(8):665-669. DOI: 10.1136/thorax.58.8.665

37. Augustí AGN, Morlá M, Sauleda J, Saus C, Busquets X. NF- κ B activation and iNOS upregulation in skeletal muscle of patients with COPD and low body weight. *Thorax* 2004; 59:483-487. doi: 10.1136/thx.2003.017640

38. Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist SA, Calverley P, et al. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2007;176(6):532-55. <https://goldcopd.org/gold-2017-global-strategy-diagnosis-management-prevention-copd/>

6 CAPÍTULO III

EFEITOS DA REABILITAÇÃO NO EQUILÍBRIO POSTURAL, FUNCIONALIDADE E FORÇA DE CANDIDATOS A TRANSPLANTE PULMONAR

RESUMO

Sabe-se que a reabilitação pulmonar (RP) melhora a funcionalidade e a qualidade de vida dos pacientes em lista de espera para o transplante de pulmão (Tx). Percebe-se a escassez de estudos que avaliem o equilíbrio postural nesses pacientes e o efeito da RP, portanto, este estudo objetiva avaliar o efeito da RP no equilíbrio postural, na funcionalidade e na força muscular de candidatos a Tx. Participaram do estudo 7 candidatos a Tx, todos pacientes do Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) (CAE: 68816917.9.0000.5327). A coleta de dados foi realizada no HCPA, após a assinatura do TCLE, foi realizada uma anamnese, seguida da avaliação antropométrica. Para as avaliações foram utilizados: Escala de Equilíbrio de Berg, Teste de Tinetti, Teste de Sentar e Levantar em 30'', Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6') e uma célula de carga. Após a realização de todas as avaliações os indivíduos realizaram 24 sessões de reabilitação pulmonar, e após a finalização da reabilitação refizeram todos os testes. Os resultados apontam que o equilíbrio postural, a força muscular e a funcionalidade melhoraram após a reabilitação pulmonar, o risco de queda diminuiu e a única variável que não apresentou diferença estatisticamente significativa foi o TC6'.

Palavras-chave: equilíbrio postural, transplante, força muscular, reabilitação.

ABSTRACT

It is known that pulmonary rehabilitation (RP) improves the functionality and quality of life of patients on the waiting list for lung transplantation (Tx). It is noticed the scarcity of studies that evaluate the postural balance in these patients and the effect of RP, therefore, this study aims to evaluate the effect of RP on the postural balance, functionality and muscle strength of Tx candidates. Participants of the study were 7 Tx candidates, all of them from the Pulmonology Department of the Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) (CAE: 68816917.9.0000.5327). Data collection was performed at HCPA, after the signing of the ICF, an anamnesis was performed, followed by the anthropometric evaluation. For the evaluations, the following were used: Berg Balance Scale, Tinetti Test, Sit and Lift Test 30'', Six Minute Walk Test (TC6') and a load cell. After performing all the evaluations the individuals performed 24 sessions of pulmonary rehabilitation, and after completion

of the rehabilitation, they rehearsed all the tests. The results indicate that postural balance, muscle strength and functionality improved after pulmonary rehabilitation, the risk of falls decreased, and the only variable that did not present a statistically significant difference was the TC6⁷.

Keywords: postural balance, transplantation, muscle strength, rehabilitation.

6.1 INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira de Transplante de Órgãos, em 2018, haviam 187 pacientes em lista de espera para transplante pulmonar (Tx) no Brasil e 84 no estado do Rio Grande do Sul (RS), sendo realizados 93 transplantes, dos quais 51 no RS.⁽¹⁾ Entretanto, o número de órgãos disponibilizados para doação não é suficiente para suprir a demanda cada vez maior de pacientes. No mesmo ano, 95 indivíduos ingressaram na lista de espera nacional, esta desproporção entre transplantes realizados e novos ingressos contribui para uma mortalidade de 22% sobre os indivíduos que aguardam o transplante.^(2,3)

A perda de massa muscular, ou sarcopenia, definida como diminuição da quantidade muscular ou decréscimo na função muscular é uma complicação frequente entre os candidatos a Tx sugerida como um fator de risco potencial sobre a morbidade sendo capaz de influenciar o desfecho do transplante.^(4,5) Especificamente, sabe-se que a disfunção dos músculos periféricos é um dos fatores que contribui para a redução da tolerância ao exercício vivenciada pelos pneumopatas,⁽⁶⁾ e que este declínio da atividade física nos candidatos a Tx está associado ao aumento no número de mortes dos pacientes mais sedentários em lista de espera.⁽⁷⁾

Como forma de contenção para os avanços da sarcopenia e da inatividade física em candidatos a Tx de pulmão, a reabilitação pulmonar (RP) tem sido recomendada. Alguns estudos tem avaliado os efeitos de exercícios em pacientes em lista de espera, demonstrando que há associação entre a RP pré Tx e a elevação na taxa de sobrevida no período pós cirúrgico, uma melhora na resistência a caminhada e um aumento na qualidade de vida.^(8,9,10,11,12,13)

O controle postural para se manter estável e orientado requer a interação complexa entre os sistemas musculoesquelético e neural. Os componentes musculoesqueléticos incluem amplitude de movimento articular, flexibilidade espinal, propriedades do músculo e relações biomecânicas entre os segmentos corporais ligados. Já os componentes neurais essenciais são: os processos motores, que incluem a organização dos músculos em sinergias neuromusculares; os processos sensoriais/perceptuais que organizam e integram os sistemas visual, vestibular e somatossensorial; e

por fim os processos de níveis superiores essenciais para o mapeamento da sensação à ação e a garantia dos aspectos antecipatórios e adaptativos do controle postural. Estudos sugerem que os músculos são ativados tonicamente para manter o corpo em uma posição vertical bem restrita durante o ortostatismo imóvel.⁽¹⁴⁾

Indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) apresentam comprometimento do controle postural quando comparados com controles saudáveis.⁽¹⁵⁾ Apesar de existirem diversos estudos com equilíbrio postural em pacientes com DPOC, percebe-se a escassez de estudos que avaliem essa variável em candidatos a Tx e o efeito da RP sobre ela, portanto, o presente estudo objetiva avaliar o efeito da reabilitação no equilíbrio postural, na funcionalidade e na força muscular de candidatos a transplante pulmonar.

6.2 MÉTODOS

6.2.1 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo do tipo quase-experimental, realizado com sete candidatos a Tx, de ambos os sexos, com mais de 15 anos de idade, todos pacientes do Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), no período entre fevereiro de 2018 e fevereiro de 2019 (CAE: 68816917.9.0000.5327).

6.2.2 Critérios de inclusão

Após a seleção dos indivíduos via análise dos prontuários, aqueles que foram liberados pela equipe médica, foram convidados a participar da pesquisa. Somente realizaram os procedimentos de avaliação aqueles que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

6.2.3 Critérios de exclusão

Anemia, dislipidemia em tratamento, coinfeção com síndrome da imunodeficiência adquirida, insuficiência renal crônica, dispnéia em repouso, usuário de álcool, tabaco e ou drogas ilícitas, comprometimento músculo esquelético ou neurológico que impedisse a realização dos exercícios, não estivesse na fila para a realização de Tx no HCPA, estivessem realizando ou tivesse realizado atividade física nos últimos três meses, não realizassem todo o protocolo de RP, hipertensão, labirintite ou outros problemas que possam interferir no equilíbrio postural, Não concordassem em participar do estudo por meio do TCLE.

6.2.4 Instrumentos e Procedimentos para a Coleta de Dados

6.2.5 Avaliação Neuromuscular

Para a análise da força isométrica voluntária máxima dos extensores de joelho foi utilizada uma célula de carga HBM do Brasil acoplada a uma cadeira extensora Cybergym e a um sistema de análise (Miotool). Os procedimentos de processamento dos sinais biológicos foram desenvolvidos por meio de rotinas matemáticas em plataforma Matlab® (Mathworks, USA).

Os indivíduos foram posicionados sentados na cadeira extensora, com o quadril e joelhos flexionados (90° e 60° respectivamente)¹⁶. Após aquecimento articular e familiarização com o protocolo, realizaram três contrações voluntárias máximas isométricas (CVMI) de extensão de joelhos com duração de cinco segundos com um intervalo de descanso de um minutos entre cada contração.

Para a análise da força foi utilizado filtro passa-baixa de 15 Hz a fim de eliminar ruídos de alta frequência. O início da força foi estabelecido a partir da diferença de 2,5% em relação à linha de base e o pico de força durante a CVMI¹⁷.

Para o cálculo do valor predito da força dos músculos extensores de joelho foi utilizada a equação de Neder et al.¹¹, a qual é indicada para indivíduos saudáveis brasileiros de ambos os sexos, na faixa etária de 20 a 80 anos de idade, como demonstra as equações abaixo:

Equação 1: $-1,53 \times \text{idade} + 133 \times \text{estatura} + 0,75 \times \text{massa} + 34,44 \times \text{sexo}$ (masculino= 1, feminino = 0) – 66,44

6.2.6 Avaliação do Equilíbrio Postural

Escala de Equilíbrio de Berg (EEB)

O equilíbrio postural foi avaliado por meio da Escala de Equilíbrio de Berg, a qual foi criada em 1992 por Katherine Berg⁽¹⁸⁾, e tem tido ampla utilização para avaliar o equilíbrio em indivíduos com DPOC^(19,20). A escala possui uma pontuação máxima de 56 pontos, sendo de fácil e rápida aplicação, em torno de 15 minutos.⁽¹⁸⁾ Através dessa escala podemos calcular o risco de quedas dos indivíduos.⁽²¹⁾

Teste de Tinetti

O teste de Tinetti é amplamente utilizado para avaliar o equilíbrio postural e anormalidades na marcha. Consiste numa escala de 16 tarefas, nove para o equilíbrio e 7 para a marcha, que são avaliadas por meio da observação do pesquisador. São atribuídos pontos de 0-2 na realização das tarefas totalizando no máximo 28 pontos.

6.2.7 Avaliação Funcional

Teste de Sentar e Levantar em 30'' (TSL30'')

O TSL30'' foi realizado em uma cadeira, iniciando com o indivíduo sentado com as costas eretas, joelhos e quadris a 90° e pés apoiados sobre uma superfície plana e afastados na largura dos ombros. O indivíduo foi incentivado a realizar o maior número de repetições possíveis durante os 30 segundos.

Teste de caminhada de seis minutos (TC6')

Foi verificada a distância percorrida pelo indivíduo dentro de um período de seis minutos, com uma distância mínima de 30 metros de corredor e estímulo verbal padronizado. Todos os procedimentos utilizados no teste seguiram as normas estabelecidas pela American Toracic Society.⁽²²⁾ Para o cálculo do valor predito foi utilizada a equação de Iwama et al.,⁽²³⁾ a qual é indicada para indivíduos saudáveis brasileiros de ambos os sexos, na faixa etária de 13 a 84 anos de idade, como demonstra as equações abaixo:

$$\text{Equação 2: } DTC6_m = 622,461 - (1,846 \times \text{Idade anos}) + (61,503 \times \text{Gênero homens } -1, \text{ mulheres } -0)$$

6.2.8 Avaliação Morfológica

Espessura Muscular

Imagens dos músculos reto femoral e vasto intermédio foram obtidas com a utilização de equipamento de ultrassonografia modelo HD7.XE. Phillips Medical Systems Ltda. com as sondas Sonosite e determinados determinadas por procedimentos já descritos na literatura.^(24,25) Um único pesquisador foi responsável pela coleta de todas as imagens, obtidas com o indivíduo em decúbito dorsal após repouso de 10 minutos e a sonda de arranjo linear posicionada sobre uma quantidade adequada de gel transmissor solúvel em água.⁽²⁶⁾

Foram realizadas medidas entre a borda interna das aponeuroses superior e inferior dos respectivos músculos. A região de coleta de imagens foi determinada por meio de parâmetros anatômicos, conforme Radaelli et al.,⁽²⁷⁾ utilizando-se o grupo muscular dos extensores do joelho, reto femoral e vasto intermédio, 50% do comprimento do fêmur (espinha ilíaca ântero superior e côndilo lateral do fêmur). Após a coleta, as imagens foram exportadas para um computador para serem analisadas no programa ImageJ (National Institutes of Health, EUA).

Após a realização de todas as avaliações os indivíduos realizaram a reabilitação pulmonar, e após a finalização refizeram todos os testes.

6.2.9 Protocolo de Reabilitação

O programa de reabilitação utilizado foi o do serviço de Pneumologia do HCPA, composto de 24 sessões com frequência de três vezes por semana e duração de uma hora cada sessão, o qual foi composto por exercícios funcionais com e sem peso livre, incluindo: subir e descer um lance de escada, subir e descer de uma caixa e sentar e levantar da cadeira, além do ciclo ergômetro (30 minutos em uma velocidade individualmente considerada confortável para cada um dos sujeitos). Para a periodização da carga foi utilizada a carga de uma repetição máxima de extensão de joelho.

Para os exercícios funcionais foi feito um incremento no volume de treino. No primeiro mesociclo foram realizadas duas séries de 10 repetições; no segundo mesociclo foram realizadas duas séries de 15 repetições; no terceiro mesociclo foram realizadas três séries de 12 repetições e no último mesociclo foram realizadas três séries de 15 repetições. No exercício de subir e descer da caixa também foi incrementada a altura da caixa utilizada. Nesses exercícios, foi apresentado aos sujeitos a escala para exercícios de força de OMNI,⁽²⁸⁾ e caso estivessem em um nível de esforço abaixo seis poderiam ser utilizados pesos adicionais, como caneleiras e halteres para incrementar a carga de treino. Ao final da sessão de treino foram realizados alongamentos para os principais grupos musculares exercitados.

6.2.10 Análise estatística

Para a descrição da amostra foi utilizada a média e o desvio padrão, já para as comparações entre as variáveis utilizou-se a mediana e o intervalo interquartil. Foi utilizado o teste de *Wilcoxon* para verificar se há diferença entre as variáveis do estudo após RP. A análise estatística foi realizada

no software SPSS (versão 18.0, Estados Unidos da América) aplicando-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$) e poder de 90%.

6.3 RESULTADOS

Os resultados do estudo estão descritos nas tabelas 4 e 5, e na figura 8 abaixo.

Tabela 4. Caracterização basal da amostra.

Indivíduos Variáveis	Média ± DP	A	B	C	D	E	F	G
Sexo	-	F	F	F	F	F	M	M
Idade (anos)	41,57 ± 15,58	46	51	49	50	24	56	15
Estatura (m)	1,57 ± 0,08	1,49	1,56	1,50	1,63	1,62	1,66	1,65
Massa (Kg)	59,52 ± 10,08	61,4	44,9	44,9	67,7	46	64,1	47,2
Diagnóstico	-	FP	B	B	FP	FC	B	BE
Oxigenioterapia	-	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim
TC6' (m) obtido	394,57 ± 89,48	317	400	435	435	517	416	242
TC6' (m) predito	563,15 ± 47,38	537	528	532	530	578	580	658
CVF (L)	1,34 ± 0,42	-	1,37	1,34	1,33	1,79	1,66	0,56
VEF1 (%)	32,61 ± 9,64	-	27,0	31,10	39,70	39,00	42,10	16,80
VEF1/CVF	70,80 ± 14,52	-	54,66	56,83	82,06	70,20	86,13	86,96
Berg	50,57 ± 3,40	46	51	51	47	56	53	50
Total: 56 pontos								
Tinetti	25,28 ± 1,77	23	24	27	26	28	25	24
Total: 28 pontos								
SL30'' (repetições)	9,57 ± 0,97	8	10	9	11	10	9	10

FP: Fibrose Pulmonar; B: Bronquiectasias; FI: Fibrose Idiopática; FC: Fibrose Cística; BE: Bronquiolite; SL30'': Teste de Sentar e Levantar em 30 segundos; TC6': Teste de Caminhada de 6 minutos; m: metros; Kg: quilograma; CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado em 1 segundo; L: litro.

Tabela 5: Comparação entre os valores do equilíbrio postural, da funcionalidade e da força muscular pré e pós a reabilitação pulmonar.

Variáveis	Pré	Pós	<i>p</i>
	Mediana IQ (25-75)	Mediana IQ (25-75)	
EEB	51	55	
(pontos)	(47 - 53)	(53 - 56)	0,02*
N	7	7	
Teste de Tinetti	25	28	
(pontos)	(24 - 27)	(26 - 28)	0,04*
N	7		
TSL30"	10	12	
(repetições)	(9 - 10)	(11 - 13)	0,02*
N	7	7	
TC6'	425,50	412,50	
(metros)	(360,50-455,50)	(275,00-484,00)	0,34
N	6	6	
Risco Médio de	38	4	
Queda (%)	(21- 63)	(0 -21)	0,02*
N	7	7	
Pico de Força	22,68	59,06	
(Kgf)	(19,22 - 24,72)	(23,49 - 131,18)	0,04*
N	5	5	

*Significância estatística ($p \leq 0,05$); IQ: intervalo interquartil; TSL30": Teste de Sentar e Levantar em trinta segundos; TC6': Teste de caminhada de seis minutos; EEB: Escala de Equilíbrio de Berg; Kgf: quilograma-força

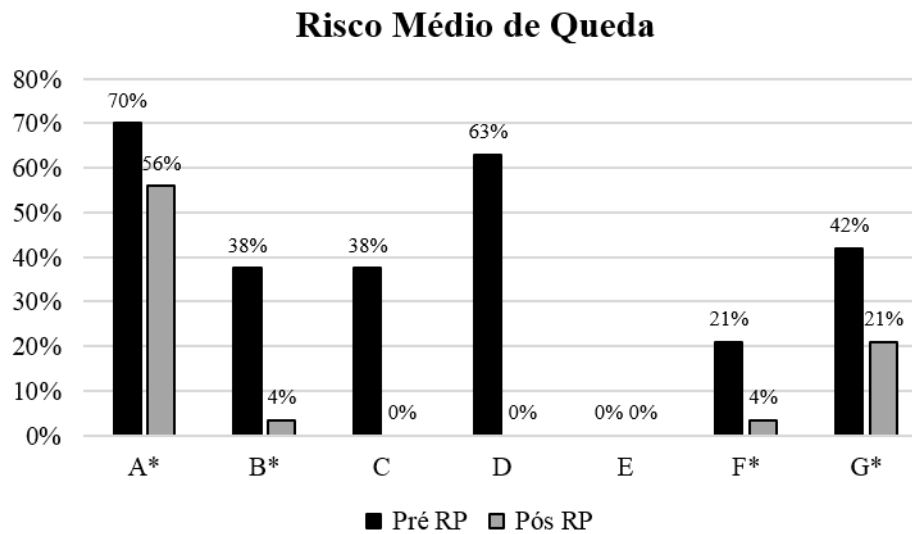


Figura 8. Percentual médio do risco de queda da Escala de Berg (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 1997); A, B, C, D, E, F, G: Candidatos a TX; * Oxigenioterapia; RP: Reabilitação Pulmonar.

6.4 DISCUSSÃO

O presente estudo objetivou avaliar o efeito da RP no equilíbrio postural, na funcionalidade e na força muscular de candidatos a Tx. Os resultados apontam que o equilíbrio postural, a funcionalidade e a força melhoraram após a RP, o risco de queda diminuiu e a única variável que não apresentou diferença foi o TC6'. Takaoka e Weinacker⁽³⁰⁾ ressaltam o papel da RP nos pacientes pré-operatórios é essencial para restaurar a sua funcionalidade independente, aliviar os sintomas, diminuir a incapacidade e aumentar a qualidade de vida, aumentando sua participação em atividades físicas e sociais.

Li e colaboradores⁽³¹⁾ realizaram um estudo objetivando avaliar o efeito da RP em 345 candidatos a Tx e uma das variáveis estudadas foi o TC6'. Assim como em nosso estudo (Pré RP = $407,5 \pm 90,57$ m; Pós RP = $387,5 \pm 119,77$ m) os autores encontraram uma redução na distância percorrida no TC6' após a RP, os pacientes caminharam em média 320 ± 119 m no início e 314 ± 116 m no TC6' final, apresentando uma média de 15 m menos após uma média de 47 sessões ($p = 0,002$), no nosso estudo foram 20 m a menos após 24 sessões, porém não houve diferença significativa.

Outro estudo que também avaliou o TC6' após a RP nessa população foi o de Florian et al.,⁽⁹⁾ no qual foram avaliados 58 pacientes após 36 sessões de RP. Os resultados do estudo vão de encontro aos nossos, pois foi encontrada uma melhora significativa na distância percorrida no TC6' ao final do programa (Pré RP = 367 ± 136 m; Pós RP = 439 ± 114 m; $p = 0,001$), com um aumento médio de 72 m. Os autores concluem que o programa de RP teve um impacto positivo na capacidade de exercício nos pacientes em lista de espera para Tx, outros estudos na literatura também encontraram essa melhora no TC6', mesmo que ela seja apenas clínica.^(10,12)

Hoffman e colaboradores⁽³²⁾ realizaram uma revisão sistemática visando avaliar os efeitos da reabilitação pulmonar em candidatos a Tx, no qual concluíram que a reabilitação se mostra uma opção efetiva de tratamento para essa população, melhorando a sua qualidade de vida e a sua capacidade física. Os autores ressaltam ainda a necessidade da realização de mais estudos de alta qualidade metodológica que abordem os efeitos da reabilitação pulmonar nessa população.^(12,32)

Ebenbichler et al.⁽³³⁾ realizaram um estudo com 50 candidatos a Tx, afim de classificar comprometimentos no controle postural utilizando posturografia computadorizada, pré e pós RP. Os resultados mostram que antes da RP os escores estavam abaixo dos valores de referência normativos (com exceção do Teste de Controle Motor) e não retornaram ao normal após a RP. O comprometimento do controle postural sensitivo e antecipatório foi insuficientemente restaurado após a reabilitação em candidatos a Tx. Nota-se que assim como no nosso estudo, os autores encontraram valores menores de limite de estabilidade e de organização sensorial, variáveis essas que tem relação direta com o sistema de equilíbrio postural e com o aumento do risco de quedas.

Entre os fatores que podem justificar essa alteração no equilíbrio postural pode ser a fadiga muscular, fato esse que também acomete pacientes com DPOC. De acordo com Potter et al.⁽³⁴⁾ essa fadiga se deve ao trabalho respiratório em excesso, contribuindo assim para o acometimento de diversos desvios posturais, influenciando assim de forma negativa o equilíbrio postural desses indivíduos.

Nota-se a escassez de estudos que avaliem o efeito da RP no equilíbrio postural e no risco de quedas em candidatos a Tx, porém, existem muitos estudos com doentes crônicos pulmonares, como o de Beauchamp et al.,⁽¹⁹⁾ o qual objetivou determinar as medidas clínicas que discriminam pacientes com DPOC caidores e não caidores. Foram avaliados 39 indivíduos, todos com menos de 60 anos de idade. O risco de quedas e equilíbrio foi determinado utilizando-se a EEB. Os resultados mostram

que 46% dos indivíduos relataram pelo menos uma queda no ano anterior. Diferenças significativas entre caidores e não caidores foram encontradas para a EEB ($45,2 \pm 5,4$ e $4,8,8 \pm 5,0$; $p = 0,042$), uso de oxigênio suplementar (72% vs. 24%; $p = 0,002$). Os autores sugerem que pacientes com DPOC caem frequentemente.

Beauchamp et al. e colaboradores,⁽²⁰⁾ realizaram um estudo para avaliar o efeito de seis semanas de RP no equilíbrio postural de 29 indivíduos com DPOC, utilizando a EEB e o TC6'. Os indivíduos apresentaram pequenas melhorias após a RP na EEB (Pré RP = $46,9 \pm 7,0$; Pós RP = $49,6 \pm 5,7$; $p < 0,001$) e no TC6' (Pré RP = $303,4 \pm 84,2$ m; Pós RP = $355,8 \pm 92,0$ m; $p < 0,001$) o qual teve uma melhora de 52,5 m. Os resultados do equilíbrio postural vão ao encontro dos nossos achados (Pré RP = $50,57 \pm 3,4$; Pós RP = $54,14 \pm 2,9$; $p = 0,02$), pois também encontramos uma melhora significativa no equilíbrio postural após a RP, mostrando que os candidatos a Tx podem apresentar controle postural semelhante a pacientes com DPOC.

Porto et al.⁽¹⁵⁾ realizaram uma revisão sistemática mais atual objetivando também verificar o controle postural em pacientes com DPOC. Os autores relatam que as quedas estão associadas ao aumento da mortalidade, diminuição dos níveis de independência e atividade física e piora da qualidade de vida, relatam ainda que pacientes com DPOC apresentam comprometimento do controle postural quando comparados com controles saudáveis pareados por idade. Fatores associados que contribuem para o déficit no controle postural foram fraqueza muscular, inatividade física, idade avançada, necessidade de oxigênio suplementar e mobilidade limitada.^(15,35)

De acordo com Spruit et al.⁽³⁶⁾ nota-se uma redução na tolerância do exercício que está associada com a dispneia e a fadiga em pacientes com doença pulmonar grave, fato esse que pode justificar esse decréscimo na funcionalidade e por consequência no equilíbrio postural desses indivíduos. Em nosso estudo com exceção de um indivíduo (E), mesmo não tendo nenhum idoso na amostra, todos apresentaram percentual de risco de queda, o que mostra que esses candidatos a Tx apresentaram déficit no controle postural, o qual foi reduzido após a RP, juntamente com a melhora na funcionalidade e na força muscular, mostrando o quanto ela é importante para a melhora da condição postural e física desses indivíduos pré-transplante.

De acordo com Hopkinson et al.⁽³⁷⁾ a redução na força muscular de membro inferior, já é fato conhecido na população com DPOC, os autores relatam que ela ocorre de forma mais acentuada no quadríceps, e essa queda pode ser de duas a quatro vezes mais rápida do que indivíduos saudáveis.

McLay et al.⁽³⁸⁾ realizaram uma revisão afim de examinar o papel da força muscular na avaliação e tratamento de problemas de equilíbrio postural em indivíduos com DPOC. A força muscular é um fator essencial para o equilíbrio postural tanto de populações saudáveis quanto de indivíduos com DPOC. Embora as deficiências musculoesqueléticas tenham sido bem estudadas em pessoas com DPOC, as contribuições dessa disfunção para os déficits de equilíbrio observados nessa população ainda não foram tão bem estudadas até o momento.

Esse estudo apresenta limitações. A maior delas é o tamanho da amostra, pois não atingimos o n calculado de 10 indivíduos. Esse fato pode ser responsável por não termos encontrado diferença no TC6' após a RP. Acredita-se que o maior fator de impedimento, foi o estágio avançado da doença e o fato da maioria dos pacientes não residir na cidade, pois o deslocamento em dias extras para o hospital era muito exaustivo, visto que a maioria fazia uso da oxigenioterapia. Durante as coletas tivemos a perda amostral de dois indivíduos, um por óbito e outro por internação na fase final da RP.

O estudo propôs avaliar o efeito da RP no equilíbrio postural, na funcionalidade e na força muscular em candidatos a Tx. Sugere-se mais estudos com um n maior, para que se conheça melhor a associação entre essas variáveis, além do fator causa e efeito entre elas. Mesmo que a RP não tenha realizado exercícios específicos para o ganho de equilíbrio, encontramos uma melhora significativa, sugerindo que exercícios funcionais, resistidos e aeróbicos, são capazes de melhorar a funcionalidade, o controle postural e conseqüentemente na reduzir do risco de quedas em candidatos a Tx.

6.6 REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira de Transplante de Órgãos (ABTO). Dados numéricos da doação de órgãos e transplantes realizados por estado e instituição no período: janeiro/setembro- 2018. Registro Brasileiro de Transplantes. 2018;3:1-2. <http://www.abto.org.br/abtov03/Upload/file/RBT/2018/rbt2018-let-3t.pdf>
2. Associação Brasileira de Transplante de Órgãos (ABTO). Dados numéricos da doação de órgãos e transplantes realizados por estado e instituição no período: janeiro/setembro- 2016. Registro Brasileiro de Transplantes. 2016; 3: 1-20. <http://www.abto.org.br/abtov03/Upload/file/RBT/2016/RBT20163t-let.pdf>
3. Cilene P. et al. Transplante pulmonar : abordagem geral sobre seus principais aspectos. J Bras Pneumolog. 2015;41(6):547–553. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-37562015000000100>.

4. Cruz-Jentoft AJ. et al. Sarcopenia: european consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2010;39(4):412–423.
5. Hook JL, Lederer D J. Selecting lung transplant candidates: where do current guidelines fall short? *Exp Rev Respirat Med*. 2012;6(1):51–61. doi: 10.1586/ers.11.83.
6. Langer D. Rehabilitation in patients before and after lung transplantation. *Respiration*. 2015;89(5):353–362. doi: 10.1159/000430451
7. Walsh JR, et al. Low levels of physical activity predict worse survival to lung transplantation and poor early post-operative outcomes. *J Heart Lung Transpl*. 2016;35(8):1041–1043. doi: <https://doi.org/10.1016/j.healun.2016.05.013>
8. Costache V et al. Dramatic improvement in survival after lung transplantation over time: a single center experience. *Transplantation Proceedings*. 2009;41(2):687–691.
9. Florian J, Rubin A, Mattiello R., et al. Impact of pulmonar rehabilitation on quality of life and functional capacity in patients on waiting lists for lung transplantation. *Braz J Pulmonol*. 2013;39:349–56. doi:10.1590/S1806-37132013000300012.
10. Gloeckl R, Halle M, Kenn K. Interval versus continuous training in lung transplant candidates: a randomized trial. *J Heart Lung Transpl*. 2012; 31: 934–941. doi: 10.1016/j.healun.2012.06.004.
11. Jastrzebski D. et al. Pulmonary rehabilitation in patients referred for lung transplantation. *Advanc Exper Med Bio*. 2013;755:19–25. doi: 10.1007/978-94-007-4546-9_3
12. Kenn K, Gloeckl R, Soennichsen A, et al. Predictors of success for pulmonary rehabilitation in patients awaiting lung transplantation. *Transplantation*. 2015;99:1072-1077. doi: 10.1097/TP.0000000000000472
13. Manzetti JD. et al. Exercise, education, and quality of life in lung transplant candidates. *J Heart Lung Transpl*. 1994;13(2):297–305.
14. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Controle motor: teorias e aplicações práticas*. 3a ed. Barueri: Manole, 2010.
15. Porto EE, et al. Postural control in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Inter J COPD*. 2015;10:1233-1239. doi: 10.2147/COPD.S63955.
16. Aragão FA, Schafer GS, Albuquerque CE, Vituri RF, De Azevedo FM, Bertolini GRF. Eficiência neuromuscular dos músculos vasto lateral e bíceps femoral em indivíduos com lesão de ligamento cruzado anterior. *Rev Bras Ortop*. 2015;50(2):180-185. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2014.03.004>

17. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson SP, Dyhre-Poulsen P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol.* 2002;93(4):1318-26. doi: 10.1152/jappphysiol.00283.2002
18. Berg K, Maki B, Williams J. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73:1073–1080.
19. Beauchamp MK, Hill K, Goldstein RS, Ferreira T, Brooks D. Impairments in balance discriminate fallers from non-fallers in COPD. *Respir Med.* 2009;103:1885-1891. doi: 10.1016/j.rmed.2009.06.008
20. Beauchamp MK, O'Hoski S, Goldstein RS, Brooks D. Effect of Pulmonary Rehabilitation on Balance in Persons With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(9):1460-1465. doi: 10.1016/j.apmr.2010.06.021.
21. Shumway-Cook A, Baldwin M, Polissar NL, Gruber W. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Phys Therapy.* 1997;77:812-819. doi: 10.1093/ptj/77.8.812
22. ATS, American Thoracic Society. Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:111–117. doi: 10.1164/rccm.166/1/111
23. 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 Bio Res.* 2009;42(11):1080-1085. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2009005000032>
24. Narici MV, et al. Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. *Acta Physiol Scand.* 1996;157(2):175-186.
25. Reeves ND, Maganaris CN, Narici MV. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. *Eur J Applied Physiol.* 2004;91(1):116-118. doi: 10.1007/s00421-003-0961-9
26. Blazevich J, Gill D, Zhou S. Intra- and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo. *J Anat.* 2006;209:289–310. doi: 10.1111/j.1469-7580.2006.00619.x
27. Radaelli R, Wilhelm Neto EN, Marques MFB, Pinto RS. Espessura e qualidade musculares medidas a partir de ultrassonografia: influência de diferentes locais de mensuração. *Rev Bras Cineant Desemp Hum.* 2001;13(2):87-93. doi: 10.5007/1980-0037.2011v13n2p87
28. Robertson RJ, et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(2):333-341. doi: 10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A

29. Sillen MJ, Franssen FM, Delbressine JM, Vaes AW, Wouters EF, Spruit MA. Efficacy of lower-limb muscle training modalities in severely dyspnoeic individuals with COPD and quadriceps muscle weakness: results from the DICES trial. *Thorax*. 2014;69:525-531. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-204388>
30. Takaoka ST, Weinacker AB. The value of preoperative pulmonar rehabilitation. *Thoracic Surgery Clinics*. 2005;15(2):203–211.
31. Li M, Mathur S, Chowdhury NA, et al. Pulmonary rehabilitation in lung transplant candidates. *J Heart Lung Transplant*. 2013;32:626–632. doi: 10.1016/j.healun.2013.04.002
32. Hoffman M, Chaves G, Ribeiro-Samora GA, Britto RR, Parreira VF. Effects of pulmonary rehabilitation in lung transplant candidates: a systematic review. *BMJ Open*. 2017;7:1-10. doi:10.1136/bmjopen-2016-013445
33. Ebenbichler GL, et al. Impairments in Postural Control and Retest Reliability of Dynamic Posturographic Measures After Lung Transplantation. *Am J Phys Med Rehabil*. 2019;98(5):353-359. doi: 10.1097/PHM.0000000000001095.
34. Potter HM. Técnicas Fisioterápicas – Disfunção músculo-esquelética. In: Pryor, J.A.; Webber, B.A. *Fisioterapia para problemas respiratórios e Cardíacos*. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.137, 2002.
37. Roig M, Eng JJ, Road JD, Reid WD. Falls in patients with chronic obstructive pulmonar diasease: a call for the futher research. *Resp Med*. 2009;104(9):1257-1269.
38. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;188:13–64. doi: 10.1164/rccm.201309-1634ST

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo apresenta valores de equilíbrio postural para candidatos de transplante pulmonar, e suas relações com variáveis funcionais, morfológicas e neuromusculares, variáveis pouco estudadas nessa população. Os resultados apontam correlações positivas e fortes entre o Teste de Tinetti e a Escala de Equilíbrio de Berg e o TC6', indicando que elas são diretamente proporcionais, ou seja, quanto melhor o equilíbrio postural, melhor o seu desempenho na marcha, e melhor a sua funcionalidade. O TSL30'', a espessura e o pico de força muscular não se correlacionaram com as variáveis de equilíbrio.

Quanto aos valores obtidos no TC6' e no pico de força dos extensores do joelho, ambos foram significativamente menores que os preditos para essa faixa etária e sexo, mostrando que candidatos a Tx possuem fraqueza muscular e por consequência a sua funcionalidade está prejudicada. Quanto aos valores de espessura muscular, com exceção do indivíduo D e E (o qual não realizou essa avaliação), todos os outros apresentaram médias menores do que a predita de acordo com o sexo.

O estudo também se propôs a avaliar o efeito da reabilitação pulmonar no equilíbrio postural, na funcionalidade e na força muscular em candidatos a transplante pulmonar. Os resultados apontam que o equilíbrio postural, a marcha e a funcionalidade melhoraram após a reabilitação pulmonar, o risco de queda diminuiu e a única variável que não apresentou diferença estatisticamente significativa foi o TC6', mostrando que a reabilitação só não foi suficiente para aumentar a distância percorrida em seis minutos de caminhada.

Sugere-se mais estudos com um n maior, para que se conheça melhor a associação entre essas variáveis, além do fator causa e efeito entre elas. Nota-se que existem muitos estudos que avaliam a qualidade de vida e o TC6' em candidatos a Tx, mas poucos com outras variáveis como o equilíbrio postural. Mesmo que a RP não tenha realizado exercícios específicos para o ganho de equilíbrio, encontramos uma melhora significativa nele, sugerindo que exercícios funcionais, resistidos e aeróbicos, são capazes de gerar ganho na condição muscular dessa população, fator esse que reflete na melhora da sua funcionalidade, do controle postural e consequentemente na redução do risco de quedas.

8 REFERÊNCIAS

AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.B.; ANDERSEN, J.L.; MAGNUSSON, S.P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v.93, n. 4, p.1318-26, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TRANSPLANTE DE ÓRGÃOS (ABTO). Dados numéricos da doação de órgãos e transplantes realizados por estado e instituição no período: janeiro/setembro-2016. **Registro Brasileiro de Transplantes**, v.3, p. 1-20, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TRANSPLANTE DE ÓRGÃOS (ABTO). Dados numéricos da doação de órgãos e transplantes realizados por estado e instituição no período: janeiro/setembro-2018. **Registro Brasileiro de Transplantes**, v.3, p.1-23, 2018.

AFONSO JÚNIOR, J. E. et al. **Lung transplantation**. Einstein (são paulo). v.13, n. 2, p. 297–304, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-45082015000200023&lng=en&nrm=iso&tlng=en>.

ALHASAN, H.; HOOD, V.; MAINWARING, F. The effect of visual biofeedback on balance in elderly population: a systematic review. **Clinical Interventions in Aging**, v.12, p. 487–497, 2017. doi: 10.2147/CIA.S127023

AMERICAN THORACIC SOCIETY. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. **American Journal of Respiratory and Critical Care**, v. 166, p. 111-117, 2002. DOI: 10.1164/rccm.166/1/111

AQUINO, C.F.; VIANA, S.O.; FONSECA, S.T.; BRICIO, R.S.; VAZ, D.V. Mecanismos neuromusculares de controle da estabilidade articular. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, v.12, p. 35-42, 2004.

ARAGÃO, F.A.; SCHAFER, G.S.; ALBUQUERQUE, C.E.; VITURI, R.F.; DE AZEVEDO, F.M.; BERTOLINI, G.R.F. Eficiência neuromuscular dos músculos vasto lateral e bíceps femoral em indivíduos com lesão de ligamento cruzado anterior. **Revista Brasileira de Ortopedia**. v. 50, n. 2, p. 180-185, 2015.

BEAUCHAMP, M.K.; HILL, K.; GOLDSTEIN, R.S.; FERREIRA, T.; BROOKS, D. Impairments in balance discriminate fallers from non-fallers in COPD. **Respiratory Medicine**. v.103, p.1885-1891, 2009. doi: 10.1016/j.rmed.2009.06.008

BEAUCHAMP, M.K.; O'HOSKI, S.; GOLDSTEIN, R.S.; BROOKS, D. Effect of pulmonary rehabilitation on balance in persons with chronic obstructive pulmonary disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.91, n.9, p. 1460-1465, 2010.

BERNARD, S.; LEBLANC, P.; WHITTON, F.; CARRIER, G.; JOBIN, J.; BELLEAU, R.; MALTAIS, F. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v.158, p. 629-639, 1998.

BERG, K. Balance and its measure in the elderly: a review. **Physiotherapy Canada**, v. 41, n. 5, p. 240-246, 1989. doi: 10.3138/ptc.41.5.240

BERG K, MAKI B, WILLIAMS J. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 73, p. 1073–1078, 1992.

BLAZEVICH, A. J.; GILL, N. D.; ZHOU, S. Intra- and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo. **Journal of Anatomy**, v. 209, p289–310, 2006. doi: 10.1111/j.1469-7580.2006.00619.x

BUTCHER SJ, MESHKE JM, SHEPPARD MS. Reductions in functional balance, coordination, and mobility measures among patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, v. 24, n. 4, p. 74-80, 2004.

CHANG, A.T.; SEALE, H.; WALSH, J.; BRAUER, S.G. Static balance is affected following an exercise task in chronic obstructive pulmonary disease. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, v.28, n.2, p. 142-145, 2008.

CILENE, P. et al. Transplante pulmonar : abordagem geral sobre seus principais aspectos. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 41, n. 6, p. 547–553, 2015.

COHEN, S.; NATHAN, J. A.; GOLDBERG, A. L. Muscle wasting in disease: molecular mechanisms and promising therapies. England: **Nature reviews Drug Discovery**, v. 14, n. 1, p. 58–74, 2015.

COSTACHE, V. et al. Dramatic improvement in survival after lung transplantation over time: a single center experience. United States: **Transplantation proceedings**, v. 41, n. 2, p. 687–691, 2009.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: european consensus on definition and diagnosis. **Age and ageing**. v. 39, n. 4, p. 412–423, 2010.

DOHERTY, T.J.; VANDERVOORT, A.A.; BROWN, W.F. Effects of ageing on the motor unit: a brief review. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v.18, n.4, p.331-358, 1993.

DORNELES, PP; SILVA, FS; MOTA, CB. Comparison of postural balance among groups of women with different age ranges. *Fisioter Pesq.* 2015;22(4):392-7.

DUARTE, M.; FREITAS, S.M.S.F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v.14, n.3, p.183-92, 2010.

EBENBICHLER, G.L., et al. Impairments in Postural Control and Retest Reliability of Dynamic Posturographic Measures After Lung Transplantation. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 98, n. 5, p. 353-359, 2019. doi: 10.1097/PHM.0000000000001095.

FLORIAN, J. et al. Impact of pulmonary rehabilitation on quality of life and functional capacity in

patients on waiting lists for lung transplantation. Brazil: **Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da sociedade brasileira de pneumologia e fisiologia**, v. 39, n. 3, p. 349–356, 2013.

GABRIEL, D. A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise. **Sports Medicine**, v. 36, n. 2, p. 133–149, 2006. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.2165/00007256-200636020-00004>>.

GAUCHARD, G.C.; GANGLOFF, P.; JEANDEL, C.; PERRIN, P.P. Physical activity improves gaze and posture control in the elderly. **Neuroscience Research**, v. 45, n. 4, p. 409-417, 2003.

GEA, J.G.; PASTO, M.; CARMONA, M.A.; OROZCO-LEVI, M.; PALOMEQUE, J.; BROQUETAS, J. Metabolic characteristics of the deltoid muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **European Respiratory Journal**, v.17, p. 939-945, 2000.

GLOECKL, R. et al. Effects of complementary whole-body vibration training in patients after lung transplantation: a randomized, controlled trial. United States: **The journal of heart and lung transplantation : the official publication of the international society for heart transplantation**, v. 34, n. 11, p. 1455–1461, 2012.

HÄKKINEN, A et al. Strength training induced adaptations in neuromuscular function of premenopausal women with fibromyalgia: comparison with healthy women. **Annals of the rheumatic diseases**, v. 60, n. 1, p. 21–26, 2001.

HÄKKINEN, K. et al. Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. **The journals of gerontology. series a, biological sciences and medical sciences**, v. 53, n. 6, p. B415–B423, 1998. Disponível em: <<http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/53A/6/B415.full.pdf>>.

HAMILTON, A.L.; KILLIAN, K.J.; SUMMERS, E.; JONES, N. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 152, p. 2021-2031, 1995.

HARTERT, M. et al. Lung transplantation: a treatment option in end-stage lung disease. Germany: **Deutsches arzteblatt international**. v. 111, n. 7, p. 107–116, 2014.

HAYES, K.W.; JOHNSON, M.E. Berg balance scale. **American College of Rheumatology**, v. 4, p. 28-30, 2003.

HOFFMAN, M.; CHAVES, G.; RIBEIRO-SAMORA, G.A. BRITTO, R.R.; PARREIRA, V.F. Effects of pulmonary rehabilitation in lung transplant candidates: a systematic review. **BMJ Open**, v.7, p. 1-10, 2017. doi:10.1136/bmjopen-2016-013445

HOOK, J. L.; LEDERER, D. J. Selecting lung transplant candidates: where do current guidelines fall short? England: **Expert review of respiratory medicine**, v. 6, n. 1, p. 51–61, 2012.

IWAMA, A.M.; ANDRADE, G.N.; SHIMA, P.; TANNI, S.E.; GODOY, I.; DOURADO, V.Z. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy Brazilian subjects. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 42, n. 11, p. 1080-1085, 2009.

JASTRZEBSKI, D. et al. Pulmonary rehabilitation in patients referred for lung transplantation. United States: **Advances in experimental medicine and biology**, v. 755, p. 19–25, 2013.

KENN, K. et al. Predictors of success for pulmonary rehabilitation in patients awaiting lung transplantation. United States: **Transplantation**, v. 99, n. 5, p. 1072–1077, 2015.

LANGER, D. Rehabilitation in patients before and after lung transplantation. **Respiration**, v. 89, n. 5, p. 353–362, 2015.

LI, M. et al. Pulmonary rehabilitation in lung transplant candidates. United States: **The journal of**

heart and lung transplantation : the official publication of the international society for heart transplantation, v. 32, n. 6, p. 626–632, 2013.

MADOR, M.J.; BOZKANAT, E.; AGGARWAL, A.; SHAFFER, M.; KUFEL, T.J. Endurance and strength training in patients with COPD. **Chest**, v.125, p. 2036-2045, 2004.

MAN, W.D.C.; HOPKINSON, N.S.; HARRAF, F.; NIKOLETOU, D.; POLKEY, M.I.; MOXHAM, J. Abdominal muscle and quadriceps strength in chronic pulmonary disease. **Thorax**, v.60, p. 718-722, 2005.

MANZETTI, J. D. et al. Exercise, education, and quality of life in lung transplant candidates. United States: **The journal of heart and lung transplantation: the official publication of the international society for heart transplantation**, v. 13, n. 2, p. 297–305, 1994.

MATHIAS, S.; NAYAK, U.S.L.; ISAAC, S.B. Balance in the elderly patient: The Get-up and Go test. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 67, p. 387-89, 1986.

MCLAY, R; O'HOSKI, S; BEAUCHAMP, MK. Role of Muscle Strength in Balance Assessment and Treatment in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Cardiopulmonary Physical Therapy Journal**, v. 30, n. 1, p. 35–43, 2019.

MIYAMOTO, S.T.; LOMBARDI, J.; BERG, K.O.; RAMOS, L.R.; NATOUR, J. Brazilian version of the Berg balance scale. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, n. 9, p. 1411-1421, 2004.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, C.A. As funções do controle postural durante a postura ereta. **Revista de Fisioterapia**, v.10, n.1, p.7-15, 2003.

NARICI M.V.; et al. Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 157, n. 2, p. 175-86, 1996.

NEDER JA, NERY LE, SHINZATO GT, ANDRADE MS, PERES C, SILVA AC. Reference values for concentric knee isokinetic strength and power in nonathletic men and women from 20 to 80 years old. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v.29, n.2, p. 116-126, 1999. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1999.29.2.116>

OVERSTALL, P.W.; EXTON-SMITH, A.N.; IMMS, F.J.; JOHNSON, A.L. Falls in the elderly related to postural imbalance. **British Medical Journal**, v.1, p.261–264, 1977.

PALANGE, P.; FORTE, S.; FELLI, A.; GALASSETTI, P.; SERRA, P.; CARLONE, S. Nutritional state and exercise tolerance in patients with COPD. **Chest**, v.107, p. 1206-1212, 1995.

PATLA, A. B. Adaptative human locomotion: influence of neural, biological and mechanical factors on control mechanisms”. **Posture and Gait**. 2 ed., chapter 2, New York, USA, Arnold Publishers, 2004.

PERRIN, P.P.; GAUCHARD, G.C.; PERROT, C.; JEANDEL, C. Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. **British Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 2, p.121-126, 1999.

PETERKA, R.J. Sensorimotor integration in human postural control. **Journal of Neurophysiology**, v. 88, p.1097-1118, 2002.

PORTO, E.E.; et al. Postural control in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. **International Journal of COPD**, v.10, p. 1233-1239, 2015.

POTTER, H.M. Técnicas Fisioterápicas – Disfunção músculo-esquelética. In: Pryor, J.A.; Webber, B.A. **Fisioterapia para problemas respiratórios e Cardíacos**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002, p.137.

POUW, E.M.; KOERTS, L.E.; GOSKER, H.R.; FRELING, G.; VUSSE, G.J.; WOUTERS, E.F.; SCHOLS, A.M. Muscle metabolic status in patients with severe COPD with and without long-term prednisolone. **European Respiratory Journal**, v. 16, p. 247-252, 2000.

RADAELLI, R.; WILHELM NETO, E.N.; MARQUES, M.F.B.; PINTO, R.S. Espessura e qualidade musculares medidas a partir de ultrassonografia: influência de diferentes locais de mensuração. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 13, n. 2, p. 87-93, 2011. doi: 10.5007/1980-0037.2011v13n2p87

REEVES, N.D.; MAGANARIS, C.N.; NARICI, M.V. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. **European Journal of Applied Physiology**, Maastricht, v.91, n.1, p.116-118, 2004.

ROBBINS, A.S.; RUBENSTEIN, L.Z.; JOSEPHSON, K.R.; SCHULMAN, B.L.; OSTERWEIL, D.; FINE, G. Predictors of falls among elderly people – results of two population-based studies. **Archives of Internal Medicine Journal**, v.149, p.1628-1633, 1989.

ROBERTSON, R. J., F. L. Goss, et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Medicine Science and Sports Exercise**, v. 35, n.2, p. 333-341, 2003.

ROCHESTER CL. Pulmonary rehabilitation for patients who undergo lung-volume-reduction surgery or lung transplantation. **Respiratory Care**, v. 53, p. 1196–1202, 2008.

ROMÁN, A.; et al. Guidelines for the Selection of Lung Transplantation Candidates. **Archivos de Bronconeumología**, v. 47, n. 6, p. 303–309, 2011.

RUWER, S.L.; ROSSI, A.G.; SIMON, L.F. Equilíbrio no idoso. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v.71, n.3, p.298-303, 2005.

SCHLENSTEDT, C.; PASCHEN, S.; KRUSE, A.; RAETHJEN, J.; WEISSER, B.; DEUSCHL, G. Resistance versus balance training to improve postural control in parkinson's disease: a randomized rater blinded controlled study. **Plos One**, v. 10, n.10, p. 1-17, 2015.

SILVA, E.G.; DOURADO, V.Z. Treinamento de Força para Pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. **Revista Brasileira Medicina Esporte**, v. 14, n.3, 2008.

SILLEN, M.J.; et al. Efficacy of lower-limb muscle training modalities in severely dyspnoeic individuals with COPD and quadriceps muscle weakness: results from the DICES trial. **Thorax**, v. 69, p. 525-31, 2014. PMID: 24399630 doi: <http://dx.doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-204388>

SHUMWAY-COOK, A.; BALDWIN, M.; POLISSAR, N.L.; GRUBER, W. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. **Physical Therapy**, v. 77, p. 812-819, 1997.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H. **Motor control: Theory and practical applications**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 3^a ed., 2010.

SPRUIT, M.A.; et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 188, p. 13–64, 2013.

TAKAOKA, S.T.; WEINACKER, A.B. The value of preoperative pulmonar rehabilitation. **Thoracic Surgery Clinics**, v. 15, p. 203–211, 2005.

TEIXEIRA, C.L. Equilíbrio e Controle Postural. **Brazilian Journal of Biomechanics**, v. 11, n.20, p 30-40, 2010.

TEIXEIRA, C.S.; DORNELES, P.P.; LEMOS, L.F.C.; PRANK, G.I.; ROSSI, A.G.; MOTA, C.B. Avaliação da influência dos estímulos sensoriais envolvidos na manutenção do equilíbrio corporal em mulheres idosas. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 14, n. 3, p. 453-460, 2011.

WALSH, J. R. et al. Low levels of physical activity predict worse survival to lung transplantation and poor early post-operative outcomes. **The journal of heart and lung transplantation**, v. 0, n. 0, p. 1–15, 2016. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1053249816301383>>.

WINTER, D.A. Human balance and posture control during standing and walking. **Gait & Posture**, v. 3, n. 4, 193-214, 1995. doi [https://doi.org/10.1016/0966-6362\(96\)82849-9](https://doi.org/10.1016/0966-6362(96)82849-9)

9 LISTA DE ANEXOS

9.1 Anexo 1

Escala de Equilíbrio de Berg (EEB)

1. SENTADO PARA EM PÉ

INSTRUÇÕES: Por favor, fique de pé. Tente não usar suas mãos como suporte.

- 4 capaz de permanecer em pé sem o auxílio das mãos e estabilizar de maneira independente
- 3 capaz de permanecer em pé independentemente usando as mãos
- 2 capaz de permanecer em pé usando as mão após várias tentativas
- 1 necessidade de ajuda mínima para ficar em pé ou estabilizar
- 0 necessidade de moderada ou máxima assistência para permanecer em pé

2. EM PÉ SEM APOIO

INSTRUÇÕES: Por favor, fique de pé por dois minutos sem se segurar em nada.

- 4 capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos
 - 3 capaz de permanecer em pé durante 2 minutos com supervisão
 - 2 capaz de permanecer em pé durante 30 segundos sem suporte
 - 1 necessidade de várias tentativas para permanecer 30 segundos sem suporte
 - 0 incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem assistência
- Se o sujeito é capaz de permanecer em pé por 2 minutos sem apoio, marque pontuação máxima na situação sentado sem suporte. Siga diretamente para o item #4.

3. SENTADO SEM SUPORTE PARA AS COSTAS MAS COM OS PÉS APOIADOS SOBRE O CHÃO OU SOBRE UM BANCO

INSTRUÇÕES: Por favor, sente-se com os braços cruzados durante 2 minutos.

- 4 capaz de sentar com segurança por 2 minutos
- 3 capaz de sentar com por 2 minutos sob supervisão
- 2 capaz de sentar durante 30 segundos
- 1 capaz de sentar durante 10 segundos
- 0 incapaz de sentar sem suporte durante 10 segundos

4. EM PÉ PARA SENTADO

INSTRUÇÕES: Por favor, sente-se.

- 4 senta com segurança com o mínimo uso das mão
- 3 controla descida utilizando as mãos
- 2 apóia a parte posterior das pernas na cadeira para controlar a descida
- 1 senta independentemente mas apresenta descida descontrolada
- 0 necessita de ajuda para sentar

5. TRANSFERÊNCIAS

INSTRUÇÕES: Pedir ao sujeito para passar de uma cadeira com descanso de braços para outra sem descanso de braços (ou uma cama)

- () 4 capaz de passar com segurança com o mínimo uso das mãos
- () 3 capaz de passar com segurança com uso das mãos evidente
- () 2 capaz de passar com pistas verbais e/ou supervisão
- () 1 necessidade de assistência de uma pessoa
- () 0 necessidade de assistência de duas pessoas ou supervisão para segurança

6. EM PÉ SEM SUPORTE COM OLHOS FECHADOS

INSTRUÇÕES: Por favor, feche os olhos e permaneça parado por 10 segundos

- () 4 capaz de permanecer em pé com segurança por 10 segundos
- () 3 capaz de permanecer em pé com segurança por 10 segundos com supervisão
- () 2 capaz de permanecer em pé durante 3 segundos
- () 1 incapaz de manter os olhos fechados por 3 segundos mas permanecer em pé
- () 0 necessidade de ajuda para evitar queda

7. EM PÉ SEM SUPORTE COM OS PÉS JUNTOS

INSTRUÇÕES: Por favor, mantenha os pés juntos e permaneça em pé sem se segurar

- () 4 capaz de permanecer em pé com os pés juntos independentemente com segurança por 1 minuto
- () 3 capaz de permanecer em pé com os pés juntos independentemente com segurança por 1 minuto, com supervisão
- () 2 capaz de permanecer em pé com os pés juntos independentemente e se manter por 30 segundos
- () 1 necessidade de ajuda para manter a posição mas capaz de ficar em pé por 15 segundos com os pés juntos
- () 0 necessidade de ajuda para manter a posição mas incapaz de se manter por 15 segundos

8. ALCANCE A FRENTE COM OS BRAÇOS EXTENDIDOS PERMANECENDO EM PÉ

INSTRUÇÕES: Mantenha os braços estendidos a 90 graus. Estenda os dedos e tente alcançar a maior distância possível. (o examinador coloca uma régua no final dos dedos quando os braços estão a 90 graus. Os dedos não devem tocar a régua enquanto executam a tarefa. A medida registrada é a distância que os dedos conseguem alcançar enquanto o sujeito está na máxima inclinação para frente possível. Se possível, pedir ao sujeito que execute a tarefa com os dois braços para evitar rotação do tronco.)

- () 4 capaz de alcançar com confiabilidade acima de 25cm (10 polegadas)
- () 3 capaz de alcançar acima de 12,5cm (5 polegadas)
- () 2 capaz de alcançar acima de 5cm (2 polegadas)
- () 1 capaz de alcançar mas com necessidade de supervisão
- () 0 perda de equilíbrio durante as tentativas / necessidade de suporte externo

9. APANHAR UM OBJETO DO CHÃO A PARTIR DA POSIÇÃO EM PÉ

INSTRUÇÕES: Pegar um sapato/chinelo localizado a frente de seus pés

- () 4 capaz de apanhar o chinelo facilmente e com segurança

- () 3 capaz de apanhar o chinelo mas necessita supervisão
- () 2 incapaz de apanhar o chinelo mas alcança 2-5cm (1-2 polegadas) do chinelo e manter o equilíbrio de maneira independente
- () 1 incapaz de apanhar e necessita supervisão enquanto tenta
- () 0 incapaz de tentar / necessita assistência para evitar perda de equilíbrio ou queda

10. EM PÉ, VIRAR E OLHAR PARA TRÁS SOBRE OS OMBROS DIREITO E ESQUERDO

INSTRUÇÕES: Virar e olhar para trás sobre o ombro esquerdo. Repetir para o direito. O examinador pode pegar um objeto para olhar e colocá-lo atrás do sujeito para encorajá-lo a realizar o giro.

- () 4 olha para trás por ambos os lados com mudança de peso adequada
- () 3 olha para trás por ambos por apenas um dos lados, o outro lado mostra menor mudança de peso
- () 2 apenas vira para os dois lados mas mantém o equilíbrio
- () 1 necessita de supervisão ao virar
- () 0 necessita assistência para evitar perda de equilíbrio ou queda

11. VIRAR EM 360 GRAUS

INSTRUÇÕES: Virar completamente fazendo um círculo completo. Pausa. Fazer o mesmo na outra direção

- () 4 capaz de virar 360 graus com segurança em 4 segundos ou menos
- () 3 capaz de virar 360 graus com segurança para apenas um lado em 4 segundos ou menos
- () 2 capaz de virar 360 graus com segurança mas lentamente
- () 1 necessita de supervisão ou orientação verbal
- () 0 necessita de assistência enquanto vira

12. COLOCAR PÉS ALTERNADOS SOBRE DEGRAU OU BANCO PERMANECENDO EM PÉ E SEM APOIO

INSTRUÇÕES: Colocar cada pé alternadamente sobre o degrau/banco. Continuar até cada pé ter tocado o degrau/banco quatro vezes.

- () 4 capaz de ficar em pé independentemente e com segurança e completar 8 passos em 20 segundos
- () 3 capaz de ficar em pé independentemente e completar 8 passos em mais de 20 segundos
- () 2 capaz de completar 4 passos sem ajuda mas com supervisão
- () 1 capaz de completar mais de 2 passos necessitando de mínima assistência
- () 0 necessita de assistência para prevenir queda / incapaz de tentar

13. PERMANECER EM PÉ SEM APOIO COM OUTRO PÉ A FRENTE

INSTRUÇÕES: (DEMOSTRAR PARA O SUJEITO) Colocar um pé diretamente em frente do outro. Se você perceber que não pode colocar o pé diretamente na frente, tente dar um passo largo o suficiente para que o calcanhar de seu pé permaneça a frente do dedo de seu outro pé. (Para obter 3 pontos, o comprimento do passo poderá exceder o comprimento do outro pé e a largura da base de apoio pode se aproximar da posição normal de passo do sujeito).

- () 4 capaz de posicionar o pé independentemente e manter por 30 segundos
- () 3 capaz de posicionar o pé para frente do outro independentemente e manter por 30 segundos

- () 2 capaz de dar um pequeno passo independentemente e manter por 30 segundos
- () 1 necessidade de ajuda para dar o passo mas pode manter por 15 segundos
- () 0 perda de equilíbrio enquanto dá o passo ou enquanto fica de pé

14. PERMANECER EM PÉ APOIADO EM UMA PERNA

INSTRUÇÕES: Permaneça apoiado em uma perna o quanto você puder sem se apoiar

- () 4 capaz de levantar a perna independentemente e manter por mais de 10 segundos
- () 3 capaz de levantar a perna independentemente e manter entre 5 e 10 segundos
- () 2 capaz de levantar a perna independentemente e manter por 3 segundos ou mais
- () 1 tenta levantar a perna e é incapaz de manter 3 segundos, mas permanece em pé independentemente
- () 0 incapaz de tentar ou precisa de assistência para evitar queda

() PONTUAÇÃO TOTAL (máximo = 56)

9.2 Anexo 2

2.1 Avaliação do equilíbrio (Tinetti)

1- Equilíbrio sentado	Escorrega	0 ()
	Equilíbrio	1 ()
2- Levantando	Incapaz	0 ()
	Usa os braços	1 ()
	Sem os braços	2 ()
3- Tentativas de levantar	Incapaz	0 ()
	Mais de uma tentativa	1 ()
	Única tentativa	2 ()
4- Assim que levanta (primeiros 5 segundos)	Desequilibrado	0 ()
	Estável, mas usa suporte	1 ()
	Estável, sem suporte	2 ()
5- Equilíbrio em pé	Desequilibrado	0 ()
	Suporte ou base de sustentação > 12 cm	1 ()
	Sem suporte e base estreita	2 ()
6- Teste dos três tempos * (pés juntos)	Começa a cair	0 ()
	Agarra ou balança (braços)	1 ()
	Equilibrado	2 ()
7- Olhos fechados (pés juntos)	Desequilíbrio, instável	0 ()
	Equilibrado	1 ()
8- Girando 360°.	Passos descontínuos	0 ()
	Instável (desequilíbrios)	1 ()
	Estável (equilibrado)	2 ()
9- Sentando	Inseguro (erra a distância, cai na cadeira)	0 ()
	Usa os braços ou movimentação abrupta	1 ()
	Seguro, movimentação suave	2 ()

* Examinador empurra levemente o esterno do paciente, que deve ficar de pés juntos

Score de Equilíbrio _____ / 16

2.2 Avaliação da Marcha (Tinetti)

Instruções: sujeito de pé com o examinador, caminha num corredor ou na sala, primeiro no seu ritmo usual, depois rápido, porém num ritmo seguro (com os dispositivos de auxílio a marcha usuais).

10- Iniciação da marcha	Imediatamente após dizer o comando “vá” (qualquer hesitação ou múltiplas tentativas para iniciar)	0 ()
	Sem hesitação	1 ()
11- Comprimento e altura do passo	a) Perna direita em balanceio	
	Não passa o membro esquerdo	0 ()
	Passa o membro esquerdo	1 ()
	Pé direito não se afasta completamente do solo com o passo	0 ()
	Pé direito se afasta completamente do solo	1 ()
	b) Perna esquerda em balanceio	
Não passa o membro direito	0 ()	
Passa o membro direito	1 ()	
Pé esquerdo não se afasta completamente do solo com o passo	0 ()	
Pé esquerdo se afasta completamente do solo	1 ()	
12- Simetria do passo	Passos direito e esquerdo desiguais (estimado)	0 ()
	Passos direito e esquerdo parecem iguais	1 ()
13- Continuidade do passo	Parada ou descontinuidade entre os passos	0 ()
	Passos parecem contínuos	1 ()
14- Desvio da linha reta (distância estimada em aproximadamente 3 m de comprimento por 30 cm de largura)	Desvio marcado	0 ()
	Desvio leve ou moderado ou usa dispositivo de auxílio à marcha	1 ()
	Caminha em linha reta sem dispositivo de auxílio a marcha	2 ()
15- Tronco	Oscilação marcada ou usa dispositivo de auxílio a marcha	0 ()
	Sem oscilação, mas com flexão dos joelhos ou dor lombar ou afasta os braços enquanto anda	1 ()
	Sem oscilação, sem flexão, sem uso dos braços e sem uso de dispositivo de auxílio a marcha	2 ()
16- Base de apoio	Calcanhares afastados	0 ()
	Calcanhares quase se tocando durante a marcha	1 ()

Menor que 19: alto risco de quedas

Escore de Marcha _____ / 12