



Universidade Federal de São Carlos | UFSCar  
Centro de Ciências Biológicas e Saúde | CCBS  
Departamento de Fisioterapia | DFisio  
Programa de Pós Graduação em Fisioterapia | PPGFt  
Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória | LEFiR



**Confiabilidade da medida de força muscular isométrica de  
quadríceps e os efeitos de uma intervenção na sua recuperação e  
no nível de atividade física a curto e longo prazo em pacientes  
hospitalizados pela exacerbação da DPOC**

**São Carlos**

**2019**



Universidade Federal de São Carlos | UFSCar  
Centro de Ciências Biológicas e Saúde | CCBS  
Departamento de Fisioterapia | DFisio  
Programa de Pós Graduação em Fisioterapia | PPGFt  
Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória | LEFiR



**Confiabilidade da medida de força muscular isométrica de quadríceps e os efeitos de uma intervenção na sua recuperação e no nível de atividade física a curto e longo prazo em pacientes hospitalizados pela exacerbação da DPOC**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Fisioterapia. Área de concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

Orientanda: Anna Claudia Sentanin

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Valéria Amorim Pires Di Lorenzo

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Gonçalves Mendes

**São Carlos**

**2019**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

---

Folha de Aprovação

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado da candidata Anna Claudia Sentanin, realizada em 22/02/2019:

Profa. Dra. Valéria Amorim Pires Di Lorenzo  
UFSCar

Profa. Dra. Vanessa Pereira de Lima  
UFVJM

Profa. Dra. Renata Pedrolongo Basso Vanelli  
UFSCar

Profa. Dra. Vanessa Suziane Probst  
UEL

Profa. Dra. Anielle Cristhine de Medeiros Takahashi  
UFSCar

*Aos meus pais, Anna Lucia e Roque*

*Aos meus irmãos, Anna Cristina e Carlos Eduardo*

*Ao meu sobrinho e afilhado, minha luz, meu Arthur*

## AGRADECIMENTOS

Prepara, que lá vem “textão”!! Acredito piamente que a gratidão é um dos mais nobres sentimentos e um sonho nunca se realiza quando estamos sozinhos. Sendo assim, tenho muitas pessoas que estiveram comigo ao longo dessa caminhada e tenho muito a agradecer!

Em primeiro lugar agradeço à Deus e à espiritualidade, pelo dom da vida, pela saúde e por me permitirem chegar até aqui.

À Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) por ter sido minha segunda casa durante esses longos 11 anos!! Vivi os momentos mais incríveis nesse lugar e tenho muito orgulho ser UFSCar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia e todo o Departamento, professores, amigos, funcionários. Em especial à Iolanda, tão luz, tão doce, tão acolhedora. Obrigada pelos conselhos e apoio. Te levo comigo.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Valéria Amorim Pires Di Lorenzo por ter aberto as portas da área acadêmica para mim e confiar no meu potencial desde a graduação. Val, sou muito grata por você ter me ensinado tanto como profissional e muito mais como pessoa. Você tem qualidades que os livros, os artigos e os mais longos anos de docência são incapazes de ensinar a alguém: a humildade, empatia e honestidade. Te admiro pela mãe (da Luli e nossa), esposa, profissional e principalmente pelo ser humano que é. Agradeço a você, Pedro, Luli por esses anos todos. Eu levo vocês na memória e no coração para sempre.

À minha co-orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Gonçalves Mendes por todo o apoio, discussões, sugestões e bons momentos. Talvez você nem saiba, mas você foi a primeira pessoa que eu comecei a admirar no meio científico. Obrigada por você ser paciente e acolhedora comigo nesses anos todos. Te admiro muito e vou levar você e todos os ensinamentos comigo.

À banca examinadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anielle Cristhine de Medeiros Takahashi, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Pedrolongo Basso Vanelli, Prof<sup>a</sup> Vanessa Suziane Probst e Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Pereira de Lima pelas contribuições e sugestões que permitiram que esse trabalho se aprimorasse. Obrigada pela disponibilidade. Sinto-me orgulhosa e feliz por ter sido avaliada por uma banca feminina.

Aos membros da banca da qualificação que também contribuíram muito com suas sugestões para que o trabalho amadurecesse e se concretizasse hoje.

Ao Prof. Dr. Mauricio Jamami pela parceria no Laboratório e todos os ensinamentos.

Ao Prof. Dr. José Eduardo dos Santos, nosso adorável Zé, por ter sido sempre presente na minha vida pessoal, acadêmica e ter SEMPRE dado apoio e incentivo. Te admiro pela sua humildade, bondade e pelo profissional incrível. Minha eterna gratidão!

À professora Anielle e ao Laboratório Multidisciplinar de Pesquisa em Saúde do Idoso (LaPeSI), em especial Ana Claudia Silva Farche e Paulo Giusti Rossi, pelo empréstimo dos actígrafos e todo o suporte no projeto.

Ao amigos e parceiros nesse projeto, Erika, Alessandro e Aline. Nós todos sabemos o quanto foi difícil, mas nos apoiamos e formamos uma equipe incrível. Sem vocês, esse dia não teria chegado. Sou eternamente grata por todo o apoio e ajuda!

À professora Marcela Xavier, do Departamento de Estatística, pelas reuniões e toda a ajuda com as dúvidas de estatística.

À Santa Casa de Misericórdia de São Carlos e ao Hospital Universitário de São Carlos. Agradeço a parceria para a realização do projeto. Em especial, sou grata à toda a equipe do HU, principalmente a equipe da fisioterapia, que nos apoiaram muito e contribuíram em diversos aspectos nesse trabalho.

À todos os professores que passaram pela minha vida na UAC, Pequeno Polegar, Colégio Cecília Meireles, Colégio Anglo, UFScar e Unicamp. Vocês foram peças importantes e indispensáveis! Com certeza levo um pouco de cada um comigo e isso me move na busca dessa profissão.

Aos amigos do Laboratório, Má, Daninha, Julinha, Ivana, Camila, Adriana, Bruna, Renata, Bruno, Nath, Rafa, Cris, Carol e Luana pela parceria, convivência diária e acima de tudo pela amizade! Vocês estarão sempre comigo.

À Cissa por ser uma grande amiga e me ensinar muito com seu jeito determinado e correto de viver a vida. Obrigada por estarmos juntas nos momentos profissionais e na vida pessoal. Você será lembrada sempre.

Amo-te, menina!

À Marcela, doce, luz, amor e inspiração. Obrigada por tanto apoio que você me deu nesses últimos dois anos do Doutorado, ajuda nas coletas, artigos e na minha vida profissional. Sinto o quanto você torce por mim e sou feliz de tê-la como grande amiga, para sempre.

Ao Djuly, meu primeiro chefe acadêmico, junto com a Val. Ju, obrigada por você ter me ensinado muito na pesquisa, docência e por você ser o meu parceiro da madrugada na academia (6h30, Brasil, pasmem!), dos comes e bebes, vinhos e viagens. Hoje posso dizer que você é um amigo, para todas as horas.

À Carina, uma saudade constante. Acho que nós duas sabemos o quanto nossa parceria foi forte e o quanto nos entendemos para trabalhar nos projetos que nos foram propostos. Obrigada por toda a sua ajuda, o seu carinho, atenção e compreensão comigo. Essa tese tem muito de você e meu coração se enche de gratidão por ter hoje uma grande amiga. Amo você, Cá. Obrigada do fundo do coração.

À Fernanda, Ferzinha, que não posso colocar o apelido aqui! Obrigada por sua imensa ajuda em todas as coletas e por ter se tornado uma pessoa tão importante para mim! A vida tomou rumos que nos aproximaram demais e eu sou feliz e grata por isso. Te espero para continuarmos nossa vidinha de balada. Te amo, Ferzoca!

À minha amiga de graduação e de vida: minha Nize, tão doce, meiga, acolhedora e uma das minhas maiores saudades nos próximos meses. Quanto desabafo nos nossos Aprimoramentos, Mestrado, Doutorado! Quanta parceria nos dias do Laboratório. Você nem imagina o quanto você



faz tudo ficar mais leve, o quanto te ouvir me acalmou e me deu forças em tantos momentos. Obrigada pelos conselhos, pelos abraços, pelas festas, pelas viagens (Madrid, aguarde-nos) e por tanto carinho comigo. Obrigada pelo ‘‘Mozão’’, que é seu, mas é meu amigo especial que tanto amo também. Eu torço por você da mesma forma que por mim! Suas vitórias também sempre serão minhas. E nós estaremos sempre juntas! Eu te amo muito! Para sempre.

À Clara, nega neguinha, minha amiga que os anos de Pós-Graduação trouxeram e sei que permanecerá por toda a vida. Você me apoia e me acalma muito, me ensina todos os dias e eu tenho muito orgulho da pessoa e profissional que você é. Obrigada por tanto, nega! Eu amo você!

À Dri, minha amiga que me apoiou nas decisões profissionais e nos meus sonhos e projetos das nossas Campanhas Solidárias. Obrigada, tenho sorte de ter te conhecido, você é um ser de muita luz e tudo que planta, sempre colherá. Gratidão!

À todos os meus amigos de São Carlos, os de infância, os do acaso, os das baladas e churrascos, os velhos e os novos. Obrigada pela amizade e carinho. Não posso escrever o nome de todos pois seria injusta se deixasse alguém de fora. Saibam que eu não seria completa sem vocês!

Ao meu querido e tão amado Bonde Napolitano. Livinha, meu cabelo ruivo e Donatello preferida e Bombom, minha loira e dançarina preferida que o É o Tchan nunca conheceu. Eu não tenho palavras para dizer o quanto vocês são importantes e o quanto vocês me ajudam na minha caminhada profissional e pessoal. Obrigada por tanto! Pelos nossos melhores

momentos, festas, pelos dias eternos de conversa, as gargalhadas intermináveis e os tantos desabafos. Obrigada por serem muito mais que amigas e me compreenderem e apoiarem tanto. Vocês duas estarão no meu coração por toda a vida e o meu amor por vocês é imenso (maior que todos os travesseiros que possam existir). Obrigada, mil vezes!

Aos três melhores amigos que uma mulher poderia encontrar nessa vida: Eric (o melhor psicólogo, não psicólogo dessa vida, meu jovem), Kamau (o cara belo mais dançante dessa vida, meu Kit Kat) e Murilo (o maior crossfiteiro que você respeita, meu El). Acho que nem mil teses ou artigos científicos que eu pudesse escrever, conseguiriam mostrar o que vocês representam na minha vida. Jovem, obrigada por me ouvir e me apoiar nas decisões e me acalmar tanto com suas palavras e abraços. Nossa parceria é surreal!! Kamauzinho, obrigada por nossas conversas de todas horas, pela torcida e por estar do meu lado sempre! A vida é mais leve com você! El, já disse que nossa ligação não é dessa vida e a gente sabe! A gente sente!

Obrigada por você se preocupar e cuidar tanto de mim, por torcer e acompanhar minha vida sempre de perto. Eu te admiro muito! Eu amo muito vocês três e não imagino minha vida sem ter vocês!

À Ari, minha noivinha do ano, por ser a amiga de longos anos que está do meu lado e torce por mim sempre. Obrigada a você e toda a sua família por caminharem comigo todos os dias. Você sabe o quanto significa para mim!

Te amo muito!

À Fer, minha amiga que o Cecília me deu de presente e está comigo há longos 20 anos e ao Biel, nosso filho (assim considero) tão amado!

Obrigada por vocês fazerem parte de todas as horas e tornarem tudo mais leve. Obrigada pelo carinho comigo. Agradeço muito vocês e à toda a família que tanto amo.

À minha irmã, minha amiga há 27 anos, Lize. A paulista mais baiana que Salvador já conheceu e nunca mais será o mesmo depois dela. Você sabe o quanto você significa e o quanto a nossa amizade e sintonia são incríveis.

Obrigada pela sua sensatez curar tantos conflitos, pelos seus conselhos serem os melhores junto com qualquer puxão de orelha. Obrigada por acompanhar tudo e torcer e vibrar comigo. Obrigada pelos nossos Carnavais (creio que um ou dois, só né? É o último, juro!), pelas nossas ligações para desabafos, pelas horas de tanta risada e por enxugar as lágrimas. Eu não imagino minha vida sem você, quengs. Te amo demais!

Agradeço à Bia, Iaguinho, Cacha. Amo vocês e nosso gordo. Quero estar sempre perto e tenho certeza que a nossa amizade é mais que especial e verdadeira.

Aos meus amigos e colegas de profissão da Fisio08. Obrigada aos que estiveram por perto nessa caminhada, aconselhando, torcendo e compartilhando de cada detalhe. Obrigada aos que não estão tão perto, pela nossa convivência nos 4 anos da graduação e por torcerem e se fazerem presentes, mesmo estando longe. Vocês todos são parte dessa conquista!

À Day, Maíra, Sextinha, Pakitinha, Li, Miss que foram as melhores amigas que a Fisio poderia me dar. Sinto a gente perto cada dia, compartilhando a vida, vibrando as conquistas e se apoiando nos dias difíceis. Amo vocês!

Aos amigos de Campinas, todos que fiz na Unicamp e na KIT e que viveram comigo um dos melhores anos da minha vida!! Em especial, às minhas queridas Tami, Nati e Larinha. Não importa a distância e o tempo que a gente fique sem se ver ou se falar, nada muda e nossa sintonia nunca se perderá. Obrigada!

À Rô, que esteve na nossa casa por tantos anos e cuidou de mim e dos meus irmãos da melhor forma possível! Gratidão!

À todos os meus familiares, tios, primos, e aos que não são de sangue mas são considerados como tal. Eu escolheria todos vocês de novo. Eu amo nossos momentos juntos e vocês sempre serão um porto, **MUITO** seguro para mim. Vocês me inspiraram muito e sei o quanto torceram e me apoiaram, o meu sincero agradecimento e todo o meu amor.

À família Silvério! Tão queridos e especiais na minha vida! Obrigada por estarem perto, ainda que as circunstâncias da vida separassem a gente.

Jamais vou esquecer todos os momentos que juntos vivemos, os aprendizados e os dias tão felizes. Amo vocês de todo o meu coração!

Às minhas avós, Antônia (Nica) e Anna (Lurdi) “em memória” (a melhor que guardo), minhas maiores saudades. Niquinha, você nos deixou ainda no meu primeiro ano da Graduação, mas levo comigo seu choro emocionado no dia em que fui aprovada no vestibular. Obrigada pelo legado que deixou, pelo strogonoff que jamais provei igual e por estar presente espiritualmente todos os dias. Eu te amo infinitamente. Lurdinha, você acompanhou tudo fisicamente até a defesa do Mestrado e o penúltimo ano do Doutorado. Sua partida é recente, mas eu te sinto perto todos os

dias. Obrigada por você ter me ensinado tanto com sua imensa sabedoria, nas nossas conversas nas noites que eu dormia com você. Obrigada por torcer e se orgulhar de mim todos os dias da sua vida. E principalmente, obrigada por você ter feito eu me orgulhar tanto da minha mãe nos cuidados com vc. I love and miss you Grandma, so much!

Aos agregados tão amados da minha família, meus cunhados Fran e Paulo.

Obrigada por serem outra parte de mim, completando a vida dos meus irmãos e da nossa família. Sei o quanto torcem e me apoiam! Obrigada pelo carinho e obrigada pelos meus sobrinhos tortos, Lipe e Be que eu amo tanto e sou feliz de tê-los na família. Eu amo vocês!

À todos alunos e pacientes nessa estrada da Fisioterapia. Em especial à Júlia Duarte, minha primeira aluna de IC! Obrigada pela ajuda e conversas! Você vai voar alto, é muito esforçada e competente!! E aos pacientes, não posso citar um em especial, pois todos o são. Sem vocês nada teria sentido.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram durante esses anos, sou eternamente grata.

E enfim, aos que dedico essa tese e toda a minha luta de vida:

Aos meus irmãos, Anna Cristina e Carlos Eduardo, minha Kiki e meu Dudo, e à nossa filhinha Nina. Meu amor por vocês é imensurável e eu tenho o maior orgulho de dizer que nossa relação extrapola qualquer laço sanguíneo. Vocês são meus amigos, minha segurança, os abraços que quero sentir todo o tempo, as melhores lembranças da minha infância.

Obrigada por vocês me apoiarem em qualquer decisão e lutarem comigo, de mãos dadas. Obrigada por vibrarem minhas vitórias e por nunca me deixarem desistir. Estamos juntos e em sintonia para sempre. Nessa, e em todas as vidas que vierem. Amo vocês incondicionalmente.

Ao melhor presente que Deus e minha irmã me deram, a luz da minha vida, meu sobrinho e afilhado Arthur. Todos que me perdoem, mas com certeza minha maior saudade!! Enquanto escrevo, você está aqui do meu lado, se olhando no espelho e dizendo “Diiinda, oh o nenê”, e eu imagino que você nem saiba o tamanho do meu amor, mas já sente na nossa ligação. Só te agradeço, meu periquitinho, por você ser a força que me impulsiona para buscar os melhores caminhos. Você nem entende ainda, mas você acalma meu coração e me traz toda a paz que eu preciso. Eu te amo absurdamente.

Aos donos do meu coração, da minha vida e do meu amor infinito, meus pais Anna Lucia e Roque, donos do melhor colo do mundo e dos braços para onde eu sempre quero voltar. Absolutamente nada na minha vida se concretizaria se não fosse a dedicação, o amor, a paciência e o carinho de vocês. Eu me sinto abençoada e iluminada por Deus ter escolhido vocês para serem meus pais, minha direção, meus guias, o porto mais seguro que o meu navio podia atracar. Obrigada por serem exatamente da forma que são, por apoiarem e se dedicarem aos meus sonhos. Eu sei que muitas vezes deixaram de realizar o sonho de vocês para realizar os meus e dos meus irmãos. Tenho muito orgulho de vocês e eu espero que sintam um pouco disso em relação a mim. Minha gratidão eterna a vocês e todo o amor que possa existir nesse mundo.

*“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada.  
Caminhando e semeando, no fim terás o que colher”*

*Cora Coralina*

## RESUMO

**Introdução:** A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) caracteriza-se pela limitação crônica ao fluxo aéreo, hiperinsuflação dinâmica, deterioração da função pulmonar e manifestações sistêmicas, como a disfunção muscular periférica. O sedentarismo crônico, por aumento da demanda ventilatória e sintoma de dispneia, insere o paciente em um ciclo vicioso dispneia-sedentarismo-dispneia. Com isso, há piora dos níveis de atividade física da vida diária (AFVD), bem como da força muscular periférica, principalmente no músculo quadríceps. Estes pacientes podem apresentar quadros de exacerbação que contribuem ainda mais para a piora dessas alterações, principalmente na internação hospitalar. Dessa forma, é importante a mensuração da força muscular do quadríceps de forma prática e confiável, bem como a análise do nível de AFVD nessa população. Além disso, são importantes medidas práticas e aplicáveis com o objetivo de reduzir os impactos que a internação por exacerbação da DPOC pode acarretar. É importante que os benefícios da intervenção sejam acompanhados no período de internação e pós alta para verificar se há manutenção ou não dos mesmos e saber como as alterações se comportam ao longo do tempo. **Objetivos:** Verificar a confiabilidade da medida de força do músculo quadríceps por meio do dinamômetro portátil e a tolerância ao protocolo de medida. Analisar o impacto a curto e longo prazo de uma intervenção fisioterapêutica com treinamento resistido com resistência elástica para membros inferiores (MMII), na melhora do nível de AFVD, tempo de internação e força muscular de quadríceps em pacientes hospitalizados por exacerbação da DPOC. **Métodos:** Foi realizado um estudo de confiabilidade inter e intra avaliador da medida de força e tolerância ao protocolo de medida com 50 pacientes DPOC e um estudo clínico randomizado com 21 pacientes internados por exacerbação da DPOC que avaliou o efeito da intervenção com resistência elástica para MMII a curto e a longo prazo na força e nível de AFVD. **Resultados:** Foi encontrada excelente confiabilidade intra e inter avaliador na medida de força do músculo quadríceps ( $ICC > 0.95$  e  $p < 0.001$ ) para ambos os membros inferiores e o protocolo foi bem tolerado pelos pacientes. A intervenção não apresentou impacto significativo a curto prazo no nível de AFVD. A longo prazo, ambos os grupos melhoraram o nível de AFVD, porém houve interação entre a intervenção e o tempo na recuperação da força muscular do músculo quadríceps para ambos os membros inferiores (direito:  $p < 0.001$ ; esquerdo  $p < 0.001$ ). **Conclusão:** Há confiabilidade excelente intra e inter avaliador no teste de força com dinamômetro portátil para o músculo quadríceps, sendo bem tolerado pelos pacientes com DPOC. Por fim, não houve impacto do treinamento resistido com faixa elástica para MMII a curto e longo prazo, no nível de AFVD. Porém, houve impacto na recuperação da força a longo prazo.

**Descritores:** dinamômetro de força muscular, confiabilidade; DPOC; treinamento físico; atividade física; hospitalização.



## ABSTRACT

**Introduction:** Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is characterized by chronic airflow limitation, dynamic hyperinflation, deterioration of pulmonary function, and systemic manifestations such as peripheral muscle dysfunction. Chronic sedentarism, due to increased ventilatory demand and dyspnea symptom, insert the patients in a vicious cycle of dyspnea-sedentarism-dyspnea. Thus, there is a level of physical activity in daily life (PADL) impairment, as well as of peripheral muscular strength, mainly in the quadriceps femoral muscle (QFM). The patients affected by the disease may present exacerbations that contribute even more to the worsening of these alterations, especially in hospital admission. Therefore, it is important to measure the muscular strength of the QF muscle in a practical and reliable way, even as to verify the level of PADL in this population. In addition, the interventions should be practical and applicable to reduce the impact of hospitalization for COPD exacerbation. It is relevant to verify the benefits of the intervention during the period of hospitalization and post-discharge to see if they are maintained or not, and to know how the changes behave over time. **Objectives:** To evaluate the intra- and inter-rater reliability of QFM strength assessment by a portable dynamometer in COPD subjects and their tolerance to the protocol; to verify the short- and long-term impact of an intervention with lower limb elastic resistance to improve the level of PADL, length of hospital stay and muscle strength of COPD exacerbation inpatients. **Methods:** Inter and intra-rater reliability study of QFM strength with a portable dynamometer in 50 COPD patients and their tolerance to protocol was performed; a randomized clinical study of 21 COPD exacerbation inpatients who assessed the effect of elastic resistance intervention for short and long term on QFM strength and level of PADL. **Results:** Excellent intra- and inter-rater reliability were found in QFM strength ( $ICC > 0.95$  e  $p < 0.001$ ) in both lower limbs and the protocol was well tolerated by the patients. The intervention did not have a significant short-term impact on the PADL level, but there was. In the long term, both groups improved the level of PADL, but there was interaction between the intervention and the time in the recovery of QFM strength in both lower limbs (right:  $p < 0.001$ ; left  $p < 0.001$ ). **Conclusion:** There is an excellent intra- and inter-rater reliability in the portable dynamometer strength test for the QFM and the protocol was tolerated by patients. Finally, there was no short- and long-term impact of elastic resistance training on PADL level. However, there was a long-term impact on recovery of QFM strength.

**Key-words:** Muscle strength dynamometer; reliability; COPD; exercise; physical activity; hospitalization

## LIST OF FIGURES

### Manuscript I

<b>Figure 1.</b> Ergonomic and adjustable chair.....	51
<b>Figure 2.</b> Patient and dynamometer position.....	52
<b>Figure 3.</b> Flowchart.....	54
<b>Figure 4A-F.</b> Bland-Altman plots for Intra- and inter-rater reliability for right and left lower limbs.....	57

### Manuscript II

<b>Figure 1.</b> Flowchart.....	74
<b>Figure 2.</b> Actigraph position.....	77
<b>Figure 3.</b> Elastic band fixation.....	79
<b>Figure 4.</b> Inactive and Active Time in exacerbation, 1-month and 3-months post discharge.....	84
<b>Figure 5.</b> Number of steps and Energy Expenditure in exacerbation, 1-month and 3-months post discharge.....	85
<b>Figure 6.</b> Quadriceps muscular strength in right and left lower limb in exacerbation, 1-month and 3-months post discharge.....	86

## LIST OF TABLES

### Manuscript I

**Table 1.** Anthropometric, spirometric and strength measurements of the sample.....55

**Table 2.** Quadriceps Femoral Muscle Strength in both days.....55

**Table 3:** Intra and inter-rater agreement values based on Intraclass Correlation Coefficient, Standard Error Measurement and Minimum Detectable Difference.....56

**Table 4:** Vital signs and dyspnea and fatigue in lower limbs sensation in both days.....59

### Manuscript II

**Table 1.** Characterization of the sample for anthropometric, spirometric, clinical and medication variables.....81

**Table 2.** Short-Effects of elastic resistance training in active and inactive time.....82

**Table 3.** Short-Effects of elastic resistance training in number of steps and energy expenditure. ....83

## LIST OF APPENDIX

<b>Appendix I.</b> Informed Consent.....	95
<b>Appendix II.</b> Initial Assessment.....	98
<b>Appendix III.</b> Record of Physical Activity Level – Actigraph.....	100
<b>Appendix IV.</b> Maximum Ten-Repetition Protocol.....	102
<b>Appendix V.</b> Record of Intervention.....	104

## LISTA OF ATTACHMENTS

<b>Attachment I.</b> Ethics Committee approval.....	107
<b>Attachment II.</b> Submission Confirmation of Manuscript I in Physiotherapy periodic..	108
<b>Attachment III.</b> Submission Confirmation of Manuscript II in Respiratory Care periodic.....	109

## LIST OF ABBREVIATIONS

10 MR	Ten Maximum Repetition
ATS	<i>American Thoracic Society</i>
AFVD	Atividade Física da Vida Diária
ANOVA	Analysis of Variance
AT	Active Time
BMI	Body Mass Index
CG	Control Group
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease
DBP	Diastolic Blood Pressure
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
EE	Energy Expenditure
F	Female
FEV <sub>1</sub>	Forced Expiratory Volume on the first second
FVC	Forced Volume Capacity
GOLD	<i>Global Initiative for Chronic Obstrutive Lung Disease</i>
HR	Heart Rate
ICC	Intraclass Correlation Coefficient

IG	Intervention Group
IT	Inactive Time
Kg	Quilogram
KgF	Quilogram Force
LL	Lower Limbs
LLL	Left Lower Limb
M	Meters
MET	Metabolic Equivalent
N	Newtons
LLL	Right Lower Limb

## SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO.....</b>	26
<b>CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	29
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	38
<b>MANUSCRIPT I .....</b>	43
<b>ABSTRACT.....</b>	46
<b>INTRODUCTION .....</b>	48
<b>METHODS.....</b>	49
Subjects.....	49
Study Design .....	50
Experimental Procedures .....	50
Statistical Analysis .....	53
<b>RESULTS .....</b>	54
<b>DISCUSSION .....</b>	58
<b>CONCLUSION.....</b>	61
<b>REFERENCES .....</b>	63
<b>MANUSCRIPT II .....</b>	66
<b>ABSTRACT.....</b>	69
<b>INTRODUCTION .....</b>	71
<b>OBJECTIVES .....</b>	73
<b>METHODS.....</b>	73
Study Design and Subjects.....	73
Experimental Procedures .....	75
Physiotherapy Intervention .....	78
Statistical Analysis .....	80
<b>RESULTS .....</b>	80
<b>DISCUSSION .....</b>	86



<b>CONCLUSION</b> .....	80
<b>REFERENCES</b> .....	90
<b>DESDOBRAMENTOS FUTUROS E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	94
<b>APPENDIX</b> .....	95
<b>ATTACHMENT</b> .....	107

## PREFÁCIO

Essa tese será apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Fisioterapia pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Brasil.

A Contextualização abrange uma fundamentação teórica e justificativa para a realização dos estudos que compreendem esta tese. Os manuscritos I e II foram conduzidos sob a supervisão da Professora Doutora Valéria Amorim Pires Di Lorenzo, no Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória (LEFiR) da UFSCar e coorientação da Professora Doutora Renata Gonçalves Mendes.

O manuscrito I intitulado: “INTRA- AND INTER-RATER RELIABILITY OF PORTABLE DYNAMOMETRIC STRENGTH TESTING IN COPD SUBJECTS AND THEIR TOLERANCE TO PROCOL” foi submetido ao periódico *Physiotherapy* e teve como objetivo verificar a confiabilidade de um dinamômetro portátil para avaliar a força do músculo quadríceps em pacientes com DPOC, bem como a tolerância dos pacientes ao protocolo de avaliação proposto. Foi observada excelente confiabilidade, bem como boa tolerância dos pacientes ao protocolo.

O manuscrito II intitulado: “ELASTIC-RESISTANCE TRAINING IN HOSPITALIZED PATIENTS DUE TO COPD EXACERBATION: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL TO ASSESS SHORT AND LONG-TERM EFFECTS IN PHYSICAL ACTIVITY LEVEL, HOSPITAL DAYS AND MUSCLE STRENGTH” foi submetido ao periódico *Respiratory Care* e teve como objetivo verificar os efeitos de uma intervenção com faixa elástica para membros inferiores a curto e longo prazo em pacientes hospitalizados por exacerbação da DPOC. Não foi observado efeito no nível de

atividade física a curto e a longo prazo. Foi observado efeito do treinamento apenas a longo prazo na recuperação da força muscular de quadríceps.

Essa tese é parte de um estudo maior com objetivos distintos tais como a avaliação da dispneia nas Atividades de Vida Diária, qualidade de vida, percepção dos sintomas, capacidade funcional, bem como avaliação de funções endoteliais, dosagem de marcadores inflamatórios e benefícios da Ventilação Mecânica Não-Invasiva. A partir desses achados, serão feitos outros manuscritos com objetivo de verificar o efeito da intervenção a curto e longo prazo nas variáveis de dispneia em AVD, percepção de sintomas, qualidade de vida e capacidade funcional dos pacientes. Além disso, serão verificados os efeitos da intervenção a nível endotelial, sanguíneo em períodos de exacerbação e seu comportamento a longo prazo. Esses projetos ainda estão em fase de coleta de dados e parte em análises estatísticas para a elaboração de outros manuscritos e em busca de novas publicações com conseqüente contribuição para a literatura.

Parte dos trabalhos constituintes dessa tese já foram publicados em forma de resumos em alguns dos mais importantes congressos mundiais:

Sentanin, A.C.; Facio, C. A.; Sousa, F.C.;Mendes, R.G.; Di Lorenzo, V.A. Nível de Atividade Física de pacientes hospitalizados por exacerbação da DPOC. In: XIX Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2018, Manaus. ASSOBRAFIR CIÊNCIA, 2018. v. 9. p. 210-211.

Sentanin, A.C.; Facio, C.A. ; Di Lorenzo, V.A.P . Reliability intra and inter-rater of a handheld dynamometer in COPD patients. In: European Respiratory Society International Congress, 2017, Milan. European Respiratory Journal 2017 50: PA2518; DOI: 10.1183/1393003.congress-2017.PA2518.

Sentanin, A.C.; Sousa, F.C.; Marmorato, K.T.M.; Uliana, B.; Arcuri, J.F.; Di Lorenzo, V.A. Dynapenia in COPD exacerbation: what is its relevance in clinical prognosis?

In: European Respiratory Society International Congress, 2017, Milan. European Respiratory Journal 2017 50: PA2516; DOI: 10.1183/1393003.congress-2017.PA2516.

Facio, C. A.; Sentanin, A. C.; Di Lorenzo, V. A. P. Inter-rater reliability for ten maximal repetition test with elastic resistance. In: European Respiratory Society International Congress, 2017, Milan. European Respiratory Journal 2017 50: PA2517; DOI: 10.1183/1393003.congress-2017.PA2517

## CONTEXTUALIZAÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma doença comum, prevenível e tratável, caracterizada pela persistência dos sintomas respiratórios e limitação ao fluxo aéreo devido a anormalidade em via aérea e/ou alveolar normalmente causada por exposição a gases ou partículas nocivas (GOLD, 2018). Os sintomas mais comuns incluem dispneia, tosse e/ou produção de escarro e o principal fator de risco é o tabagismo (GOLD,2018).

Devido à limitação ao fluxo aéreo, esses pacientes apresentam a ventilação pulmonar frequentemente elevada durante o exercício físico por consequência do aumento da ventilação do espaço morto, de anormalidades da troca gasosa e do aumento da ventilação relacionada com a diminuição crônica do condicionamento físico (NICI et al., 2006). Aliado à limitação ventilatória, esses pacientes apresentam diversos comprometimentos sistêmicos, caracterizados pelo aumento do processo inflamatório e do estresse oxidativo, bem como alterações nutricionais e disfunção muscular periférica (DOURADO, 2006).

A disfunção muscular periférica é definida como a perda de pelo menos uma das duas propriedades principais do músculo que são sua capacidade de resistência, bem como sua capacidade em gerar força (DOURADO, 2006). O fato da população DPOC apresentar demanda ventilatória elevada, como já citado anteriormente, faz com que algumas atividades sejam evitadas, sendo então acometidos por sedentarismo crônico que reduz ainda mais a força e massa musculares (DOURADO, 2006). O sedentarismo crônico propicia uma demanda ventilatória ainda maior, inserindo-se no ciclo dispneia-sedentarismo-dispneia, piorando o condicionamento físico e consequentemente a

disfunção muscular. Esta ocorre predominantemente em membros inferiores, principalmente no músculo quadríceps, pois dentre as atividades evitadas por ele, estão as relacionadas à marcha por exemplo (DOURADO, 2006).

Além de todas estas manifestações ventilatórias e sistêmicas, no curso natural da DPOC os pacientes podem apresentar piora aguda dos sintomas respiratórios, necessitando de uma terapia adicional à já utilizada, sendo caracterizada como exacerbação (GOLD, 2018). Ela ocorre em média de 1 a 3 vezes ao ano (SEEMUNGAL et al., 2009) sendo que a maioria dos pacientes, apresenta pelo menos uma por ano e uma proporção substancial (17%), três ou mais episódios por ano (DE MELO et al., 2014). As exacerbações causam impactos negativos no estado de saúde, taxas de hospitalização e readmissão, bem como na progressão da doença (GOLD,2018). Considerada como causa importante de hospitalizações, é responsável por 10% das internações por eventos agudos (POOLER e BECH, 2014) representando custos de saúde de até 72 milhões anuais e aumento da mortalidade na DPOC (World Health Organization, 2011).

As exacerbações da DPOC são classificadas de acordo com a GOLD (2018) como *leves*, sendo aquelas tratadas apenas com broncodilatadores de curta duração; *moderadas*, tratadas com broncodilatadores de curta duração e antibióticos e/ou corticoesteróides orais; *graves* que são aquelas que necessitam de internação hospitalar ou idas às salas de emergência, podendo estar relacionadas a insuficiência respiratória aguda (GOLD,2018).

Independente da sua classificação clínica e gravidade, a exacerbação geralmente associa-se a uma piora da inflamação da via aérea com aumento da produção de muco e aprisionamento aéreo, contribuindo para o aumento da dispneia que é um sintoma marcante da exacerbação (GOLD, 2018), podendo chegar a 50% mais elevada que os valores prévios ao episódio (NUGUYEN et al., 2013). Outros sintomas incluem aumento do volume e purulência do escarro associado ao aumento da tosse e sibilância.

O sintoma de dispneia contribui ainda mais para o sedentarismo crônico na fase da exacerbação, ficando os pacientes muitas vezes restritos à cama ou ao leito na internação hospitalar, o que os insere ainda mais no ciclo de descondicionalidade física com piora acentuada da força muscular de membros inferiores (PARSHALL et al., 2012). Vários mecanismos podem contribuir para esse efeito, como o desequilíbrio nutricional, uso de medicamentos, a própria inflamação sistêmica e o estresse oxidativo, pois nessa fase, relata-se que os pacientes apresentam aumento das capacidades antioxidantes do músculo esquelético e do plasma (ABDELLAOUI et al., 2011).

Ramirez e Decramer (2013) observaram redução da força do músculo quadríceps a partir do 3º dia de hospitalização de pacientes com DPOC exacerbada quando comparada a pacientes clinicamente estáveis, com redução adicional de 5% no 5º dia de hospitalização. Indivíduos idosos saudáveis em repouso no leito por 10 dias apresentam uma redução de até 15% na força isocinética do músculo quadríceps, com uma diminuição da massa magra em membros inferiores de até 6,3% (SEYMOUR et al., 2010). Sendo assim, as alterações já existentes na exacerbação da DPOC somadas ao tempo de duração dos sintomas e de internação, em média 7 a 10 dias (GOLD, 2018), fazem com que redução da força do músculo quadríceps seja ainda maior que os 15% observados no idoso saudável.

Dessa forma, grande atenção deve ser dada à força do músculo quadríceps nessa população, principalmente durante e após o período de exacerbação com internação hospitalar. A força muscular periférica pode ser mensurada de diversas formas com pesos livres, testes manuais e a dinamometria isocinética que consiste no padrão-ouro dessa avaliação (SWALLOW et al., 2007). Essa última é feita por contração muscular isocinética e apresenta equipamentos seguros e reprodutíveis, porém são de alto custo e necessitam de um espaço amplo e treinamento específico dos avaliadores,

impossibilitando muitas vezes sua aplicabilidade clínica (BEAUMONT et al., 2017). Nesse contexto surgiram os dinamômetros portáteis que são de menor custo, exigem treinamento dos avaliadores com menor complexidade e são de fácil aplicação na prática clínica, principalmente em hospitais e outros ambientes, possibilitando a mensuração da força muscular isométrica (BEAUMONT et al., 2017).

Para o uso do dinamômetro portátil e avaliação adequada da força isométrica do músculo quadríceps, é também necessário o treinamento dos avaliadores para que as medidas sejam reprodutíveis, permitindo avaliação por diversos profissionais, bem como o protocolo seja tolerado pelos pacientes com DPOC. Apenas dois estudos que avaliaram a reprodutibilidade foram encontrados, porém, apresentaram amostras pequenas e viés em relação ao protocolo aplicado além de não avaliarem a tolerância dos pacientes (BEAUMONT et al., 2017; MEDINA-MIRAPEIX et al., 2016). Beaumont et al. (2017) não avaliaram a tolerância dos pacientes e os avaliadores não foram diferentes, além de terem sido feitas três medidas o que poderia despende mais tempo e gerar mais fadigas nesses pacientes. Medina-Mirapeix et al. (2016) além de também não avaliarem a tolerância ao protocolo, não utilizaram cinta inelástica para prender o dinamômetro, o que poderia influenciar no protocolo, já que o terapeuta necessitou impor força contrária ao movimento para fixar o dinamômetro.

Dessa forma, faz-se necessária a avaliação da reprodutibilidade com maior número de pacientes, por meio de um protocolo bem definido, uso de cinta inelástica, variabilidade de avaliadores, bem como avaliar a tolerância dos pacientes com DPOC a essas medidas, uma vez que a medida torna o protocolo aplicável à prática clínica, seguro na sua realização e sem imposição de força contrária do terapeuta ao movimento, podendo ser utilizado em hospitais, durante a internação por exacerbação da DPOC, por exemplo.



Além da importância da mensuração da força muscular de quadríceps é importante verificar o impacto da exacerbação nos níveis de atividade física da vida diária (AFVD). Isso porque a dispneia, sintoma limitante na exacerbação, associada à acentuação do ciclo sedentarismo-dispneia-sedentarismo na condição hospitalar e às alterações de força muscular, geram nos pacientes um maior comprometimento dos níveis de AFVD, causando ainda mais limitações nessa população (NICI et al., 2006; PIEPOLI et al., 2011). O nível de AFVD é definido como o total de movimentos voluntários produzidos pela musculatura esquelética acima dos níveis de repouso ao longo do dia (STEELE et al., 2003). Waschki et al. (2011) definiram como a relação entre o gasto total de energia diária e o gasto total de energia em repouso.

Em relação à mensuração dessa variável, há diferentes formas de fazê-la: observação direta, diários de autorrelato e questionários, bem como os sensores de movimento (PITTA et al., 2006). Grande variedade destes dispositivos tem sido desenvolvida ou proposta para tal finalidade e fornecem medidas acuradas do nível de AFVD e até estimativas do gasto energético diário (PITTA et al., 2005). Destacam-se pela facilidade de uso, sensibilidade e reprodutibilidade e, além disso, fornecem informações relativas ao tempo que o paciente se mantém em determinadas posições como deitado, sentado, em pé e caminhando, número de passos, além de inferir o gasto energético com tais atividades (PITTA et al., 2005). Pitta et al. (2006) consideram como tempo ativo, o tempo que os pacientes permanecem nas posturas em pé e caminhando, enquanto que o tempo sentado ou deitado seria o tempo inativo. Sendo assim, é possível avaliar os níveis de AFVD e saber qual o comprometimento do paciente acometido pela exacerbação da DPOC.

O nível de AFVD pode ser classificado de acordo com equivalentes metabólicos (METs) em cinco níveis de intensidade das atividades: atividade sedentária (0-1.5 METs

por minuto); leve (1.5-3 METs por minuto); moderada (3-6 METs por minuto); vigorosa (6-9 METs por minuto) e muito vigorosa (>9 METs por minuto) (TSAI et al., 2016). Waschki et al. (2011) classificam como severamente inativos os pacientes que apresentam a relação por eles definida menor que 1.4 METs. Já Depew et al. (2012) consideram o número de passos diários abaixo de 4580 como um parâmetro para classificar como inativos os pacientes com DPOC.

Royo et al. (2011) observaram que pacientes com DPOC, ainda que estáveis, apresentam baixos níveis de atividade física sendo classificados como sedentários, considerando-se os equivalentes metabólicos, em 30% dos casos (ROYO et al., 2011) com grandes quedas no período de hospitalização pela exacerbação da DPOC (LÓPEZ et al., 2018). Além disso, há evidências que os baixos níveis de AFVD relacionam-se com maiores riscos de readmissão hospitalar e pior sobrevida dos pacientes com DPOC (PITTA et al., 2005 b; SEIDEL et al., 2012). Moy et al. (2015) observaram que paciente insuficiente ativos ou ativos, classificados por questionários, na exacerbação da DPOC apresentaram taxa de mortalidade de 28% em 12 meses após a alta, enquanto que os inativos apresentaram 47% (MOY et al., 2015). Há evidências que os pacientes com DPOC que são mais ativos apresentam melhor capacidade ao exercício físico e menores chances de exacerbações (MARQUES et al., 2012; MOY et al., 2012; MARINO et al., 2014), além do nível de atividade física ser um fator de impacto na morbi-mortalidade (MOY et al., 2012).

Frente ao impacto da exacerbação e seus comprometimentos sistêmicos, faz-se necessário a implementação de intervenções a fim de minimizar as consequências e agravamento desse quadro na vida dos pacientes com DPOC. Neste contexto, intervenções não farmacológicas são consideradas um importante coadjuvante no tratamento com ganhos na qualidade de vida, melhora da dispneia, capacidade funcional

e conseqüentemente contribuindo para a redução das taxas de mortalidade desses pacientes (SEYMOUR et al., 2010).

Trooster e colaboradores avaliaram 40 pacientes internados por exacerbação da DPOC e realizaram treino de força em cadeira extensora e observaram melhora da força de quadríceps na alta hospitalar e 1 mês após a alta (TROOSTER et al.,2010). Os autores não analisaram respostas no nível de AFVD. HE et al. (2015) observaram melhora da capacidade funcional, melhora da dispnéia nas AVD e da qualidade de vida em pacientes internados por exacerbação da DPOC e submetidos a um programa, feito em 24-48 horas após a antibioticoterapia até a alta hospitalar, que consistiu de caminhada supervisionada, exercícios de força para membros superiores e inferiores e exercícios respiratórios. Os autores não mensuraram o nível de AFVD e nem a força muscular. Além disso eles não observaram impactos da intervenção no tempo de internação, bem como não realizaram acompanhamento longitudinal desses pacientes.

Já Borges et al.. (2014) realizaram treinamento resistido de membros inferiores e superiores em pacientes hospitalizados pela exacerbação da DPOC com pesos livres, no terceiro dia de hospitalização até a alta hospitalar, uma vez ao dia, sendo necessárias no mínimo três sessões. Foram observadas melhora da força, de até 30%, e da capacidade funcional, na alta hospitalar 30 dias após alta dos pacientes que treinaram. Porém, não foram observadas alterações no nível de AFVD nesse período. Nesse estudo os autores não observaram impactos no tempo de internação, bem como não avaliaram os pacientes na fase estável, três meses após a alta.

Sabe-se que as alterações decorrentes do período de internação hospitalar pela exacerbação, principalmente a força e o nível de AFVD como já citados anteriormente, podem levar a comprometimentos mesmo depois da alta hospitalar. A recuperação ou não

das perdas decorrentes da internação devem ser acompanhadas, bem como os possíveis benefícios que a intervenção é capaz de alcançar e ser ou não mantida ao longo do tempo.

Para tornar exequível a implementação de intervenções na fase hospitalar, estas devem ser planejadas de maneira que sejam de fácil aplicação, menor custo, possível de serem aplicadas no período de internação e viáveis para o ambiente restrito de um hospital. Sendo assim, protocolos que reúnam esses aspectos importantes serão relevantes e viáveis para aplicação nestes pacientes em fase de exacerbação. Frente ao impacto da exacerbação na força de membros inferiores, principalmente músculo quadríceps e a aplicabilidade de uma intervenção no ambiente hospitalar, o treinamento de resistência utilizando-se faixas elásticas representam uma alternativa viável e prática para serem utilizadas em pacientes com DPOC hospitalizados. As faixas portáteis são de fácil manutenção, baixo custo e já utilizados nas populações idosas, atletas e adultos saudáveis com resultados satisfatórios. Na população DPOC estável, um estudo obteve resultados positivos como melhora na capacidade funcional pelo aumento da distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos, bem como melhora na qualidade de vida utilizando as faixas elásticas (ALISON e MCKEOUGH, 2014).

Baseados nas condições de perda de força muscular de quadríceps na população da DPOC, torna-se importante a confiabilidade dessa medida com dinamômetro portátil. Além disso, os impactos da internação hospitalar pela exacerbação da DPOC nessa variável e no nível de AFVD, tornam essenciais a intervenção com resistência elástica para o músculo quadríceps e o acompanhamento no período pós-alta. Além disso, considera-se importante, diante das lacunas ainda existentes na literatura, verificar a manutenção dos benefícios, bem como se há uma melhor recuperação das variáveis a longo prazo, após a intervenção.

Sendo assim, dois manuscritos deram origem a essa tese:

- Manuscrito I: INTRA- AND INTER-RATER RELIABILITY OF PORTABLE DYNAMOMETRIC STRENGTH TESTING IN COPD SUBJECTS AND THEIR TOLERANCE TO PROCOL.

- Manuscrito II: ELASTIC-RESISTANCE TRAINING IN HOSPITALIZED PATIENTS DUE TO COPD EXACERBATION: A RANDOMIZED COTRILLED TRIAL TO ASSESS SHORT AND LONG-TERM EFFECTS IN PHYSICAL ACTIVITY LEVEL, HOSPITAL DAYS AND MUSCLE STRENGTH.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELLAOUI, A.; PRÉFAUT, C.; GOUZI, F.; et al.. Skeletal muscle effects of electrostimulation after COPD exacerbation: A pilot study. *European Respiratory Journal*, v. 38, n. 4, p. 781–788, 2011.

ALISON, J. A.; MCKEOUGH, Z. J. Pulmonary rehabilitation for COPD: are programs with minimal exercise equipment effective? *J Thorac Dis*, v. 6, n. 11, p. 1606-14, 2014.

BEAUMONT M, KERAUTRET G, PERAN L, PICHON R, LE BER C, CABILLIC M. Reproducibility of strength and endurance measurements of the quadriceps in patients with COPD. *Revue des maladies respiratoires*, v.34, n. 9, p. 1000-1006, 2017.

BORGES, R.C.; CARVALHO, C.R. Impact of resistance training in chronic obstructive pulmonary disease patients during periods of acute exacerbation. *Arch Phys Med Rehabil*, v. 95, n. 9, p. 1638-45, 2014.

DE MELO, M.N.; ERNST, P.; SUISSA, S. Rates and patterns of chronic obstructive pulmonary disease exacerbations. *Can Respir J*, v.11, n.8, p. 559–564,2014

DEPEW ZS, NOVOTNY PJ, BENZO RP. How many steps are enough to avoid severe physical inactivity in patients with chronic obstructive pulmonary disease? *Respirology*, v.17, n. 6,p. 1026-7,2012.

DOURADO, V. Z. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, São Paulo, v.32, n.2, p.161-171, 2006.

Global Strategy for the Diagnosis. Management and Prevention of COPD, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD), 2018.

HE, M.; SUE, Y.; WANG, L.M.; et al.. Efficiency and safety of pulmonary rehabilitation in acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Monit*, v. 21, p. 806-12, 2015.

LÓPEZ-LÓPEZ, L.; TORRES-SÁNCHEZ, I.; ROMERO-FERNÁNDEZ, R.; et al.. Impact of Previous Physical Activity Levels on Symptomatology, Functionality, and Strength during an Acute Exacerbation in COPD Patients. *Healthcare*, 2018.

MACNEE, W.; TUDER, R. M. New Paradigms in the Pathogenesis of Chronic Obstructive Pulmonary Disease I. *Proceedings of American Thoracic Society*, v. 6, p. 527-531, 2009.

MARQUES, M.; et al.. Protocol for the "four steps to control your fatigue (4-STEPS)" randomised controlled trial: a self-regulation based physical activity intervention for patients with unexplained chronic fatigue. *BMC*.v. 12, p:202, 2012.

MARINO, D.M.; et al.. Determination of exacerbation predictors in patients with COPD in physical therapy – a longitudinal study. *Brazilian Journal of Physical Therapy* v. 18, n. 2, p. 127-136,2014.

MEDINA-MIRAPEIX, F.; BERNABEU-MORA, R.; LLAMAZARES-HERRAN, E.; SANCHEZ-MARTINEZ, M.P.; GARCIA-VIDAL, J.A.; ESCOLAR-REINA, P. Interobserver Reliability of Peripheral Muscle Strength Tests and Short Physical Performance Battery in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Prospective Observational Study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, v.97, n. 11, p. 2002-2005, 2016.

MOY, M.L.; et al.. Daily step counts in a US cohort with COPD. *Respiratory Medicine*. v.106, n.7, p. 962-9,2012.

MOY, M. L.; WAYNE, P.M.; LITROWNIK,D.; et al.. Long-term Exercise After Pulmonary Rehabilitation (LEAP): Design and rationale of a randomized controlled trial of Tai Chi. *Contemp Clin Trials*, 2015.

NICI, L. et al.. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 173, n. 12, p. 1390-413, 2006.

NUGYEN, H.Q.V.; et al.. Patients with COPD with higher levels of anxiety are more physically active. *Chest*. v. 144, n.1, p.145-151,2013.

PARSHALL, M.B.; SCHWARTZSTEIN, R.M.; ADAM,S L. et al.. An official American Thoracic Society statement: update on the mechanisms, assessment, and management of dyspnea. *Am J Respir Crit Care Med*, v. 185, p.435-452, 2012.

PIEPOLI, M.F.; CONRAADS, V. ; CORRA, U. ; et al.. Exercise training in heart failure: from theory to practice. A consensus document of the Heart Failure Association and the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Heart Fail*, v.13, p. 347-357, 2011.

PITTA, F.; et al.. Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. v.171, n.9, p, 972-7, 2005b.

PITTA, F.; et al.. Physical activity and hospitalization for exacerbation of COPD. *Chest*, v. 129, n.3, p. 536-44,2006.

POOLER, A.; BEECH, R.. Examining the relationship between anxiety and depression and exacerbations of COPD, which result in hospital admission: a systematic review. *International Journal of COPD*. v.9, p. 315–330, 2014.



RAMIREZ, G.; DECRAMER, M. Mechanisms of striated muscle dysfunction during acute exacerbations of COPD. *J Appl Physiol*, v. 114, n. 9, p. 1291-9, May 2013.

ROYO, M.; PELLICER CÍSCAR, C.; GONZÁLEZ VILLAESCUSA, C.; et al.. Actividad física y su relación con el estado de salud en pacientes EPOC estables. *Archivos de Bronconeumología*, v. 47, n. 7, p. 335–342, 2011.

SEIDEL, D.; CHEUNG, A.; SUH, E.S. Physical inactivity and risk of hospitalisation for chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Tuberc Lung Dis*, v. 16, p.1015-1019, 2012.

SEEMUNGAL, T. A. R.; HURST, J. R., WEDZICHA, J A. Exacerbation rate, health status and mortality in COPD – a review of potential interventions. *International Journal of COPD*. v. 4, p. 203–223, 2009.

STEELE, B.G.,et al.. Bodies in motion:monitoring daily activity and exercise with motion sensors in people with chronic pulmonary disease. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. v.40, n. 2, Suppl. p.:45–58, 2003.

SEYMOUR, J. M.; et al.. Outpatient pulmonary rehabilitation following acute exacerbations of COPD. *Thorax*, v. 65, n. 5, p. 423-8, May 2010

SWALLOW, E.B; REYES, D.; HOPKINSON, N.S.; MAN, W.D.; PORCHER, R.; CETTI, E.J. et al.. Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. v.62,n. 2m p.115-120,2007.

TROOSTERS, T. et al.. Exercise training and pulmonary rehabilitation: new insights and remaining challenges. *Eur Respir Rev*, v. 19, n. 115, p. 24-9, Mar 2010.

TSAI, L. L. Y.; ALISON, J. A.; MCKENZIE, D. K.; MCKEOUGH, Z. J. Physical activity levels improve following discharge in people admitted to hospital with an acute

exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Chronic Respiratory Disease*, 2016.

WASCHKI, B., KIRSTEN, A., HOLZ, O., MÜLLER, K., MEYER, T., WATZ, H. Physical activity is the strongest predictor of all-cause mortality in patients with COPD: a prospective cohort study. *Chest*, v.140, n, 2, p. 331–42, 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. PROGRAMMES AND PROJECTS: CHRONIC RESPIRATORY DISEASES: BURDEN OF COPD. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2011. Available from: <http://www.who.int/respiratory/copd/burden/en/index.html>. Accessed October 5, 2011.

**MANUSCRITO I**

**INTRA- AND INTER-RATER RELIABILITY OF PORTABLE  
DYNAMOMETRIC STRENGTH TESTING IN COPD SUBJECTS AND THEIR  
TOLERANCE TO PROCOL**

Artigo submetido ao periódico *Physiotherapy*

## MANUSCRITO I

### INTRA- AND INTER-RATER RELIABILITY OF PORTABLE DYNAMOMETRIC STRENGTH TESTING IN COPD SUBJECTS AND THEIR TOLERANCE TO PROCOL

MSc Anna Cláudia Sentanin<sup>1</sup>; PhD Renata Gonçalves Mendes<sup>2</sup>; MSc Carina Araujo de Fácio<sup>1</sup>; MSc Marcela Maria Carvalho da Silva<sup>1</sup>; MSc Fernanda Cristina Sousa<sup>1</sup>; PhD Juliano Ferreira Arcuri<sup>1</sup>; PhD Valéria Amorim Pires Di Lorenzo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Spirometry and Respiratory Physiotherapy – LEFiR, Federal University of São Carlos – São Paulo, Brazil.

<sup>2</sup>Professor at Federal University of São Carlos – São Paulo, Brazil.

#### Contributions of each authors

- Anna Cláudia Sentanin: Literature search, Data collection, Study design, Analysis of data, Manuscript preparation and Review of manuscript.
- Carina Araujo de Fácio: Literature search, Data collection, Study design, Analysis of data, Manuscript preparation and Review of manuscript.
- Marcela Maria Carvalho da Silva: Data collection, Manuscript preparation and Review of manuscript.
- Fernanda Cristina Sousa: Data collection, Manuscript preparation and Review of manuscript.
- Juliano Ferreira Arcuri: Analysis of data, Manuscript preparation and Review of manuscript.
- Renata Gonçalves Mendes: Study design, Manuscript preparation and Review of manuscript.

- Valéria Amorim Pires di Lorenzo: Literature search, Study design, Analysis of data, Manuscript preparation and Review of manuscript.

This study was carried out at Federal University of São Carlos – São Carlos, São Paulo, Brazil.

**Financial Support:** This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001 and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

**Corresponding author:** PhD Valéria Amorim Pires Di Lorenzo: [vallorenzo@ufscar.br](mailto:vallorenzo@ufscar.br):  
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar Departamento de Fisioterapia -  
Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória – LEFiR. Rod. Washington Luiz,  
Km 235, Monjolinho, São Carlos, São Paulo, Brazil. CEP:13565-905

The authors declare no conflict of interest.

## ABSTRACT

**Background:** Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is a common respiratory condition characterized by persistent airflow limitation, systemic inflammation and extrapulmonary manifestations, such as peripheral muscle dysfunction. Decline in quadriceps femoral muscle (QFM) strength is an impactful consequence and portable dynamometry is accessible and feasible in clinical practice to assess it. Nevertheless, intra- and inter-raters reliability is still understudied as well as the tolerance of the COPD subjects to the strength measurements of quadriceps. Therefore, the aim of this study was to evaluate the intra- and inter-rater reliability of QFM strength assessment by a portable dynamometer in COPD subjects and their tolerance to the protocol. **Methods:** This was a cross-sectional reliability study. Fifty subjects with COPD stable, older than 50 years were included. A portable dynamometer (*Microfet 2®*, Hoggan – Health Industries, West Jordan, UT, USA,) was used to assess QFM strength. Blind raters (one fixed and three who varied) performed two assessments each in both right (RLL) and left lower limb (LLL) in two non-consecutive days, not exceeding seven days interval. The intraclass correlation coefficient (ICC) was used to verify the intra- and inter-rater reliability and it was considered excellent when  $ICC > 0.90$ , with 5% significance level. **Results:** Rater 1 intra-rater reliability was  $ICC = 0.96$  (0.94-0.98) for RLL and  $ICC = 0.95$  (0.91-0.97) for LLL. Rater 2 intra-rater reliability was  $ICC = 0.97$  (0.95-0.98) for RLL and  $ICC = 0.95$  (0.92-0.97) for LLL. The inter-rater reliability was  $ICC = 0.96$  (0.93-0.98) for RLL and  $ICC = 0.97$  (0.95-0.98) for LLL with  $p < 0.00$ , for all analysis. All subjects did not present relevant changes on physiological responses, dyspnea and lower limbs fatigue. **Conclusion:** There was an excellent intra- and inter-rater reliability for QFM strength assessment using a portable dynamometer in COPD subjects and the protocol was well tolerated by them.

**Keywords:** Physiotherapy; Chronic Obstructive Pulmonary Disease; Dynamometer  
Muscle Strength; Reliability.

## INTRODUCTION

In Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) the subjects have respiratory symptoms and systemic inflammation with several extra-pulmonary manifestations, such as peripheral muscle dysfunction<sup>1</sup>. This dysfunction is characterized by reduced muscle strength and muscular mass, due to morphology and bioenergetics changes<sup>1</sup>. Peripheral muscle dysfunction is an important factor on quality of life reduction<sup>1</sup>, physical inactivity, limitation in activity of daily living thus worsening the disease prognosis<sup>1,2</sup>. The estimated overall prevalence of skeletal muscle weakness in subjects with COPD was shown to be 32%<sup>2</sup>, meaning that one third of COPD subjects present muscle weakness.

Peripheral muscle dysfunction mainly affects lower limbs, more specifically quadriceps femoral muscle (QFM), which cause decline in its strength<sup>3</sup>. Furthermore, this decline has been found to be two to four times faster in subjects with COPD than in healthy older individuals<sup>4</sup>. Singer and colleagues<sup>5</sup> found an association between lower extremity muscle strength reduction with decreased exercise and functional capacity in subjects with COPD<sup>5</sup>. QF muscle strength has even proven to be a better mortality predictor than lung function measures in this population<sup>6</sup>. Therefore, QF muscle strength in this population should be assessed and monitored closely.

Since patients present symptoms that limit their ability to exercise and often perform tests or protocols, it is important that muscle strength be done assessed by a protocol well tolerated by this population. Thus, the test for strength measurement should not be exhaustive for subjects, maintaining low levels of dyspnea and fatigue.

To assess the QF muscle strength there are several methods, such as manual tests, multi-station equipment, free weights, portable devices or complex and higher cost system as the isokinetic dynamometer<sup>7</sup>. This is considered the gold standard, since it is safe, accurate and reliable<sup>7</sup>, on the other hand, it is a high-cost assessment and a trained



rater is necessary, hence it is unfeasible in clinical practice<sup>8</sup>. However, the portable dynamometry is an alternative, since it requires low cost equipment and less training, which makes it accessible and feasible<sup>8</sup> in different clinical facilities, such as hospital or clinics. Contrarily to isokinetic dynamometry, the portable dynamometry measures the voluntary isometric contraction.

Although portable dynamometers have already been used to assess QF muscle strength in COPD population and represents a practice and easy assessment method, few studies with small samples assessed the reliability of this measure<sup>8-10</sup> or the tolerance to the protocol. Therefore, the aim of the present study was to verify if there are intra- and inter-rater reliability in a portable dynamometric strength testing in COPD subjects and verify their tolerance to this protocol.

## **METHODS**

### ***Study Design***

It was a cross-sectional, observational, blinded and reliability analysis study This was a carried out in Laboratory of Spirometry and Respiratory Physiotherapy in Federal University of São Carlos (UFSCar) and the assessments period was from March 2016 to July 2018. The study was approved by Ethics Committee of the university (number:1.484.761/2016) (Attachment I). The assessments were performed in two non-consecutive days with 48-hours to five-day interval between the assessments. Subjects gave their written consent (Appendix I) before the assessments.

### ***Subjects***

The subjects were recruited and indicated by the pulmonologists of the city constituting a convenience sample according to COSMIN. Fifty-seven subjects with

clinical (symptoms presence and/or a history of exposure to risk factors for the disease) and spirometric COPD diagnosis (post-bronchodilator:  $FEV_1/FVC < 0.7$ ) and no exacerbation for at least three months, were invited to participate in the study. Subjects were excluded if they had presented exacerbations in the prior three months, if they were in a rehabilitation program (subjects must be without rehabilitation at least 6 months), and when they were not able to understand the study and the proposed assessments (score lower than 14 points in Mini-Mental State Examination). Moreover, alcohol-dependents subjects and/or addictive-drug users were also excluded. Additionally, they were excluded if they had psychiatric, rheumatological, neurological disorders, hemodynamic instability, unstable angina, orthopedic limitations, or other pulmonary diseases. Lastly, subjects who refused to perform or did not complete both assessment's days were excluded.

### ***Experimental Procedures***

Subjects underwent anthropometric measurement and spirometry to characterize the sample. In addition, quadriceps strength measure was assessed by a portable dynamometer by trained raters and vital signs were measured to verify the protocol tolerance. Measures were independent between the evaluator and subject's and test's conditions were the same on both assessments.

#### **Anthropometric measurements**

Subjects were instructed to remain standing with straight trunk, barefoot in a biometric scale (Welmy®, model:110FF, São Paulo, SP, Brazil), to measure weight (Kg) and height (m); then the body-mass index was calculated ( $Kg/m^2$ ).

## **Spirometry**

Spirometry was performed by a physiotherapist with a calibrated spirometer (Microquark®, Cosmed, Rome, Italy) in all the subjects and it was certificated by a doctor, according to Brazilian Standardization of Spirometry<sup>11</sup>. We used the absolute values and percentage of predicted. Forced expiratory volume in the first second (FEV<sub>1</sub>) in percentage of predicted was used to classify the severity of COPD.

## **Portable Dynamometric Strength Testing**

Quadriceps strength was assessed while subject was sitting in an ergonomic and adjustable chair (Figure 1) so that subject remained seated with lower limbs suspended and knees at 90° flexion. Tests were performed on two non-consecutive days with 48-hours to five-day interval between the assessments. Each rater assessed QF muscle strength once on the first day to avoid the patients to get tired and another time on the second day. Dominant lower limb was assessed first (all patients were right handed), followed by the non-dominant lower limb with an interval of two minutes between them.



**Figure 1.** Ergonomic and adjustable chair

The portable dynamometer (*Microfet 2*®, *Hoggan – Health Industries, West Jordan, UT, USA*) was fixed by a non-elastic band at the distal anterior portion of the tibia, with height determined in 2 cm above the malleolus. Non-elastic band other extremity was fixed in a ring on the back of ergonomic chair and the rater only held the dynamometer without any resistance to the movement (Figure 2). Subjects were instructed to perform a maximum QF muscle contraction to extend the knee, keeping muscular contraction for at least four seconds, alongside the expiratory phase. The evaluators used the same verbal command to encourage the subjects to use the force to stretch the knee: ‘‘Stretch the knee with the maximum strength you can achieve, let’s go, maintain, maintain’’.



**Figure 2.** Patient and dynamometer position

The assessment order was randomized by sealed envelope and the first rater (rater 1) was the same during all the protocol and the second one (rater 2) varied between days and patients (totalizing three different raters, according to availability of them). Each rater performed one measurement on the first day and other on a second non-consecutive day. Raters were blinded concerning all measures so they did not influence themselves. Peak isometric strength (KgF) was considered for analysis.

### **Tolerance Protocol**

To verify patients' tolerance to the protocol, the systolic and diastolic blood pressure (SBP and DBP), heart rate (HR), oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>), as well as dyspnea and fatigue in lower limbs by scale BORG (0-10) were monitored before and after the protocol. We calculated the rest and peak values (measures before the protocol and immediately after the end of the protocol, respectively) and the range between them. To statistical analysis it was considered the rest and peak values of Day 1.

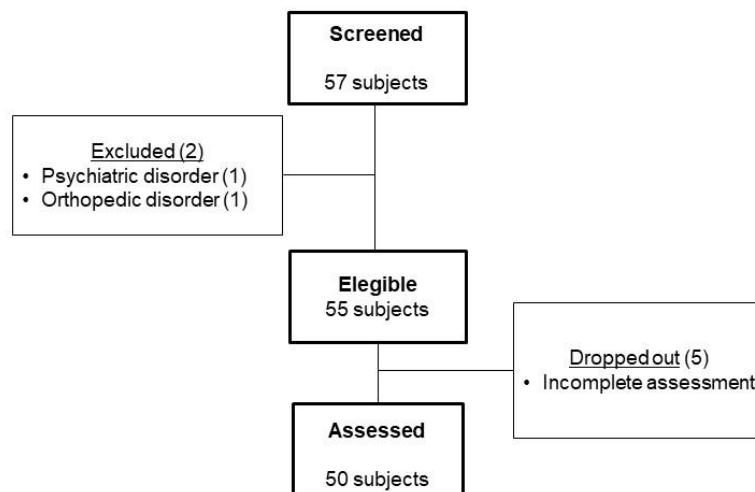
### **Statistical Analysis**

Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 17.0 for Windows was used to analyze data distribution and a 5% significance level was adopted. Shapiro-Wilk test was used to verify the normality of data. Variables were expressed as mean and standard deviation (SD). Intra- and inter-rater reliabilities were analyzed using the intraclass correlation coefficient (ICC) using a *Single Score* one-way model and its 95% confidence interval (95% CI= SEM x 1.96). Moreover, values were classified: ICC values less than 0.5 are indicative of poor reliability, values between 0.5 and 0.75 indicate moderate reliability, values between 0.75 and 0.9 indicate good reliability, and values greater than 0.9 indicate excellent reliability<sup>12</sup>. Intra-rater analysis was verified comparing QF muscle strength assessment on day one with the assessment on day two, using the tests conducted by the same assessor for the same LL. For inter-rater analysis, rater 1 and rater 2 assessments from day one were compared to right and left LL. Moreover, measurement error was calculated for intra- and inter-rater analyses using mean error and agreement limits presented in Bland-Altman plots. In addition, the standard error of measurement ( $SEM = SD \times \sqrt{1-ICC}$ ) and the minimum detectable difference ( $MDD = 1.64 \times \sqrt{2} \times SEM$ ) were calculated and the 95% confidence interval of the mean were

adopted. Concerning tolerance measurements, we compared the peak and rest variables (peak minus rest) obtaining the variation ( $\Delta$ ) and we used t test and its non-parametric equivalent to compare the rest and peak values on day 1.

## RESULTS

Fifty-seven subjects were eligible and seven subjects were excluded (one with psychiatric disorder, one with orthopedic disorder and five for not completing the assessment), thus 50 subjects (34 men and 16 women) with  $69 \pm 8.05$  years old and  $FEV_1 = 52.9 \pm 15.9\%$  of predicted were included in all analysis (Figure 3).



**Figure 3.** Flowchart

Their anthropometric measurements are in Table 1 and the QF muscle strength was approximately  $23 \pm 10$  KgF for both lower limbs and evaluator in both days (Table 2).

**Table 1:** Anthropometric and spirometric measurements of the sample.

n = 50	
Gender (F/M)	16/34
Age (years)	69±8.05
Weight (Kg)	69.5±15.38
Height (cm)	1.63±0.09
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	25.57±4.55
FEV <sub>1</sub> /FVC	55.4±10.4
FEV <sub>1</sub> (% of predicted)	52.9±15.9

F= female; M = male; BMI = body mass index;  
FEV<sub>1</sub> = forced expiratory volume in first second;  
FVC = forced vital capacity.

**Table 2:** Quadriceps Femoral Muscle Strength in both days.

	Day 1		Day 2	
	Evaluator 1	Evaluator 2	Evaluator 1	Evaluator 2
Right Lower Limb (KgF)	23.3±10.3	22.8±10.8	24.0±10.2	24.1±10.4
Left Lower Limb (KgF)	22.6±11.9	22.3±10.6	23.6±10.3	22.8±10.3

KgF: Kilogramme-force.

Rater 1 intra-rater reliability was ICC = 0.96 95%CI 0.94-0.98, (p<0.001) and ICC= 0.95 95%CI 0.91-0.97 (p<0.001), for RLL and LLL, respectively. The assessors considered as “raters 2” presented an intra-rater reliability of ICC = 0.97 95%CI 0.95-0.98, (p<0.001) for RLL and ICC =0.95 95%CI 0.92-0.97, (p<0.001) for LLL (Table 3).

This indicates an excellent reliability in intra-rater analysis for rater 1 and for all the raters 2 in both lower limbs.

Inter-rater agreement values were, therefore, calculated using the first day test. Inter-rater reliability of the RLL assessment was excellent ICC = 0.96 95%CI 0.93-0.98 (p<0.001), as well as LLL assessment, with ICC = 0.97 95%CI 0.95-0.98, (p<0.001) (Table 3). Bland-Altman plots are displayed on Figure 3 (A-F). Rater 1 mean measurement error was a 0.73 (Figure 3A) and 0.96 KgF (Figure 3B) for RLL and LLL, respectively. Rater 2 mean measurement error was 1.2 KgF (Figure 3C) and 0.52 KgF (Figure 3D) for RLL and LLL, respectively. Concerning inter-rater measurement error, the mean error was -0.39 KgF (Figure 3E) and -0.37 KgF (Figure 3F) for RLL and LLL, respectively.

**Table 3:** Intra and inter-rater agreement values based on Intraclass Correlation Coefficient, Standard Error Measurement and Minimum Detectable Difference.

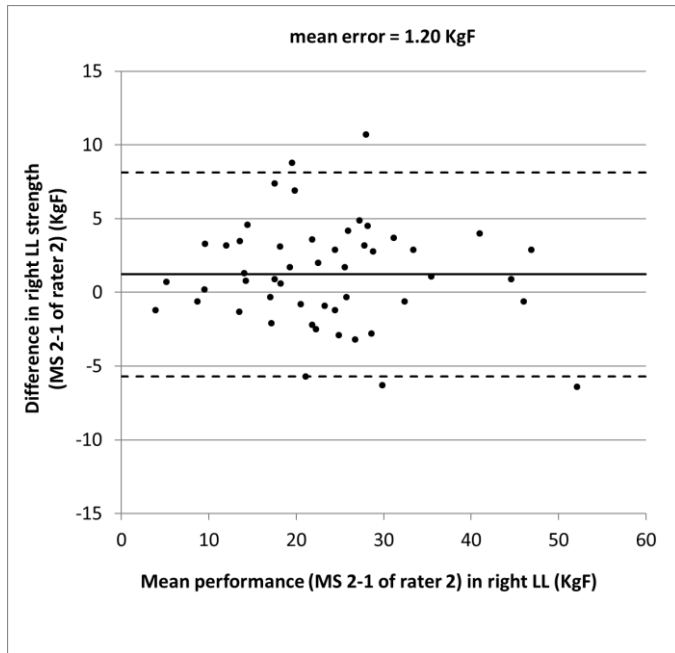
	RLL				LLL			
	ICC (95% CI)	P	SEM	MDD	ICC (95% CI)	p	SEM	MDD
<b>Intra-Rater Reliability</b>								
Rater 1	0.96 (0.94-0.98)	<0.001	2.05	4.76	0.95 (0.91-0.97)	<0.001	2.39	5.55
Rater 2	0.97 (0.95-0.98)	<0.001	1.83	4.26	0.95 (0.92-0.97)	<0.001	2.08	4.84
<b>Inter-Rater Reliability</b>								
Day 1	0.96 (0.93-0.98)	<0.001	2.10	4.88	0.97 (0.95-0.98)	<0.001	1.87	4.34

CI = Confidence Interval; RLL = Right Lower Limb; LLL = Left Lower Limb; MDD= Minimum Detectable Difference; SEM = Standard Error of Measurement.

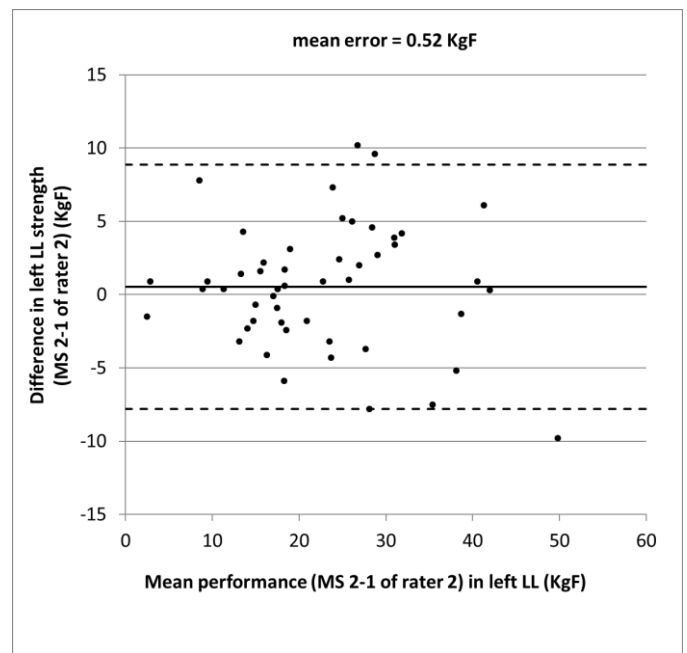


**Figure 4 (A-F).** Bland-Atlman plots for Intra- and inter-rater reliability for right and left lower limbs

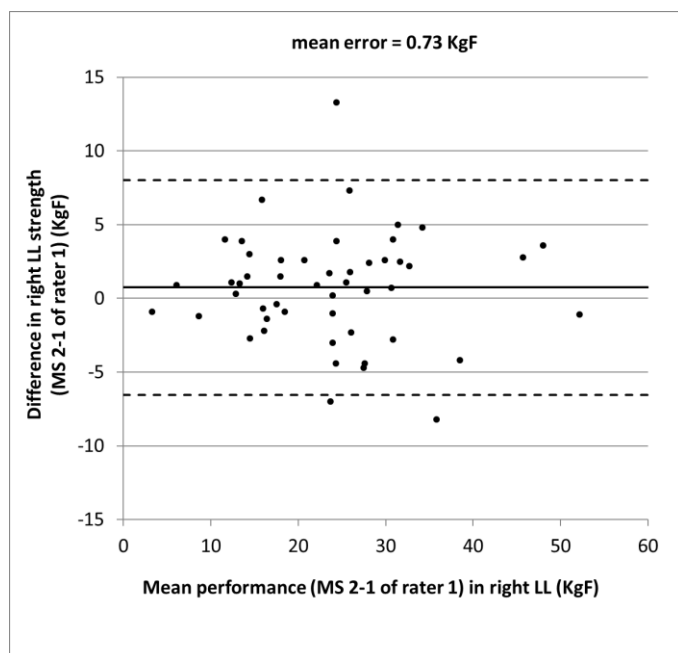
**Figure 4A.** Bland-Atlman plots for Intra-rater agreement for rater 1 in right LL.



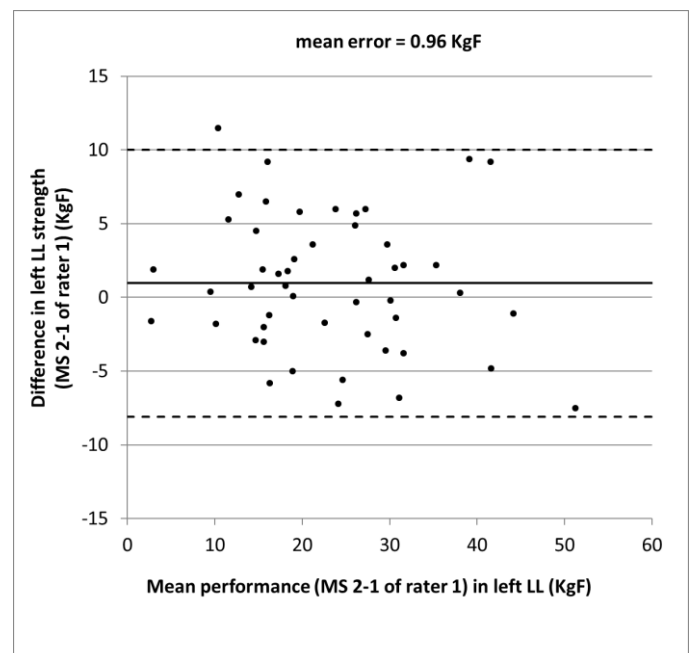
**Figure 4B.** Bland-Atlman plots for Intra-rater agreement for rater 1 in left LL.



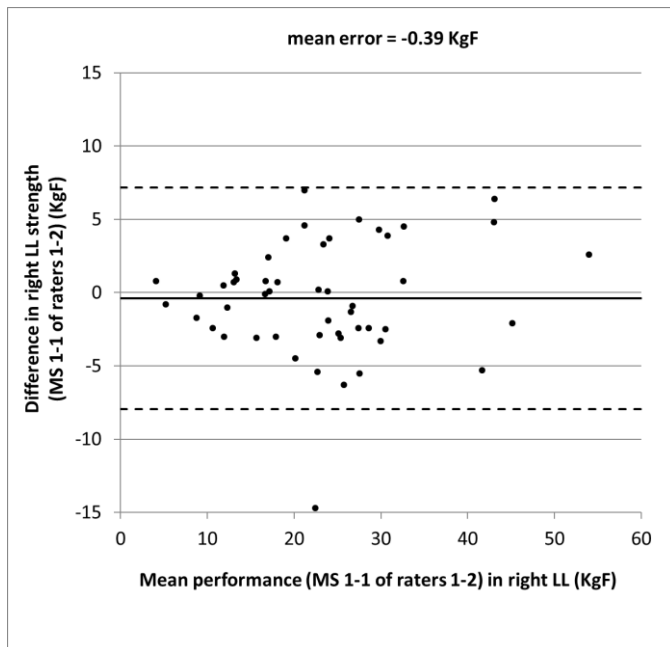
**Figure 4C.** Bland-Atlman plots for Intra-rater agreement for rater 2 in right LL.



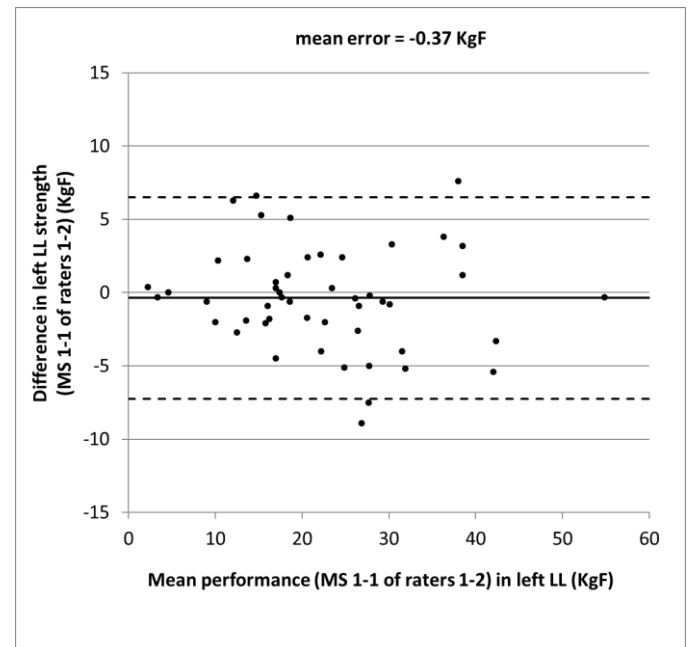
**Figure 4D.** Bland-Atlman plots for Intra-rater agreement for rater 2 in left LL.



**Figure 4E.** Bland-Atlman plots for Inter-rater agreement for right LL.



**Figure 4F.** Bland-Atlman plots for Inter-rater agreement for left LL.



Most subjects presented minor physiological responses, dyspnea and lower limb fatigue when comparing resting and exercise peak (Table 4). Only 5% and 20% of subjects presented changes in diastolic and systolic blood pressure (10-15% variation) on days 1 and 2 respectively. Moreover, oximetry and HR presented a 10-15% variation in only 5% of subjects on day 1 and 24% on day 2 but none of the subjects had desaturation or maximum values of HR. Additionally, 98% of subjects presented a variation in dyspnea lower than 1 point. Regarding lower limbs fatigue, 88% of subjects presented a variation lower than 2 points.

**Table 4:** Vital signs and dyspnea and fatigue in lower limbs sensation in both days.

	Day 1			Day 2			p value
	Rest	Peak	$\Delta$	Rest	Peak	$\Delta$	
Systolic Blood Pressure (mmHg)	130±13.5	127.4±12.8	0.2±6	128.6±13.8	126.9±11.8	1.6±7	0.82
Diastolic Blood Pressure (mmHg)	74.8±8.5	78.6±8.3	3.8±14.6	79.1±7.7	79.7±8.6	0.6±6	0.07
Oxygen Saturation (%)	92.5±3.9	92.9±2.9	0.4±2.9	93.1±2.6	93.3±2.6	0.2±1.7	0.90
Heart Rate (bpm)	81.9±11.1	82.3±11.4	0.4± 7.1	82±11.9	83.2±10.5	1.1±3.3	0.78
Borg- Dyspnea	0.3±0.7	0.3±0.8	0±0.5	0.4±0.9	0.5±1	0±0.3	0.41
Borg- Fatigue	0.5±1.2	0.4±1.0	0±0.8	0.4±0.9	0.6±1.2	0.2±0.7	0.70

Rest: values before the protocol strength assessment;  $\Delta$ : range of peak and rest values; p value: comparison between rest and peak in Day 1

## DISCUSSION

This study found an excellent intra and inter-rater reliability and low measurement error of QF isometric muscle strength assessment using a portable dynamometer in subjects with COPD.

Previously, one study verified the reliability of QF muscle strength assessment in subjects with COPD using the same portable dynamometer of this study<sup>8</sup>. Beaumont and colleagues<sup>8</sup> study's method characteristics was comparable to the present study, such as similar age and severity of the disease, subject's, device's positioning and the use of inelastic band. As expected, their study presented an excellent intra and inter-rater

reliability with ICC values (on average ICC= 0.95 95%IC 0.92-0.97) nearby the coefficients of the present study. However, they didn't present the MDD and mean error and concordance limit was only presented graphically on Bland-Altman plots (approximately 0.4 Kgf and 2.4 Kgf for intra- and inter rater reliability, respectively).

Furthermore, QF muscle strength was greater in Beaumont and colleagues study than in the present study <sup>8</sup> (28 Kgf and 23 Kgf, respectively). Other relevant difference in their methodology was considering as the test final score the greatest of three measures, while the present study performed only one measure. We considered that three measures for each rater would be exhaustive for the subjects even if he had the rest interval. Since only one measurement was performed in our study, and yet an excellent reliability was obtained and subjects presented a good tolerance based on their physiological responses, we do not consider necessary to carry out more than one measure. Hence, using only one measure, one may obtain a reliable measure, consuming less assessment time and with minor effort for the subject.

The present study evaluated 50 subjects while in Beaumont and colleagues study assessed only 21 subjects. In addition, they evaluated individuals hospitalized in an inpatient rehabilitation program thus, they had a better control of the subject's conditions in the interval between both evaluations days. In the present study, subjects were community-dwelling individuals who could have suffered situations that might interfere in their performance, although we have ensured the same assessment conditions. Even though we had more sources of variability, the measurements were reliable, which may be more accurate with what physiotherapists do in their daily routine.

Medina-Mirapeix et al. (2016)<sup>9</sup> verified the inter-rater reliability of a portable dynamometer (HHD - Nicholas Manual Muscle Tester) to dominant QF muscle strength in 30 subjects with COPD and they found lower ICC= 0.76 with a larger 95%CI 0.49-

0.88 compared to our study. This may be explained by the fact that these authors did not use an inelastic band, which could have influenced QF muscle strength assessment reliability. In this sense, O'shea et al. (2007)<sup>10</sup> evaluated 12 COPD subjects and verified a good test-retest reliability (ICC=0.87 95%CI 1.91-7.42) to QF muscle strength with a portable dynamometer (Nicholas manual muscle tester, model 01160; Lafayette Instrument, PO Box 5729, 3700 Sagamore Pkwy N, Lafayette, IN 47903). The assessors applied a resistance against the knee-extension movement, which differed from our study. The present study presented a better reliability in COPD in comparison to these studies, and one reason might be the use of the inelastic band to hold the handheld dynamometer in place.

Dowman and colleagues<sup>13</sup> evaluated the inter-rater and intra-rater reliability of a handheld dynamometer in measuring isometric QF muscle strength (dominant lower limb) in elderly with interstitial lung disease (ILD). They used a HHD dynamometer (Commander Power track II, Jtech Medical, UT, USA) and verified an excellent reliability intra-rater (ICC=0.97 (0.92-0.99); SEM= 0.9 MDD=2.5) and inter-rater (ICC=0.95(0.84-0.98); SEM= 1.5 MDD= 4.2). The ICC and error values were close to our values. Additionally, Wang and colleagues<sup>14</sup> found a good reliability (test-retest) of a portable dynamometer in the assessment of knee-extension in community-dwelling elders and the test-retest intraclass correlation coefficients (ICCs) were ranged from 0.95 to 0.99, also similar with our values.

We have not found any studies assessing reliability with more than two different raters. In our study the evaluations were carried out by a fixed rater 1, however, rater 2 varied among three another trained physiotherapists. Even though this may add another source of variability, the measurements were reliable both intra and inter-rater

assessments, which represents a great finding to the clinical practice, since a change in assessor would not be an issue that would increase error in the measurements.

Furthermore, subjects tolerance assessed by their physiological responses, was not previously assessed. Subjects presented minor variations on HR, pulse oximetry, blood pressure and effort (fatigue and dyspnea) perception. Hence, the adopted protocol was tolerable and may be applicable in clinical practice even considering the limited population included in this study.

This study results favors portable dynamometry uses to assess muscle strength in subjects with COPD. Nevertheless, validity of this measurement is yet to be studied in this population. Since these devices are easily applicable and accessible, its use may be of great relevance to clinical practice in the identification of subjects with muscle weakness and in the pre-post assessment in training. Thus, the present study showed that the dynamometer can be used by different evaluators, and quicker as compared to previous methodologies.

The limitations of the study include the impossibility to measure the isokinetic force in the gold standard equipment to test the validity.

## CONCLUSION

There was an excellent intra- and inter-rater reliability in a portable dynamometric strength testing in COPD subjects and this assessment may be done once and by different raters. Furthermore, the strength measurement protocol was tolerable for COPD subjects.

**Acknowledgements:** We acknowledge the university where this study was funds, as well as the Human Ethics Committee of the university. Besides we sincere acknowledgments for financial contribution of Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

Superior (CAPES) and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) of this article.

**Ethical Approval:** The study was approved by Ethics Committee of the university (number:1.484.761/2016).

**REFERENCES**

- [1] Dourado VZ, Tanni SE, Vale SA, Faganello MM, Sanchez FF, Godoy I. Systemic manifestations in chronic obstructive pulmonary disease. *Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia* 2006;32(2):161-171.
- [2] Cielen N, Maes K, Gayan-Ramirez G. Musculoskeletal disorders in chronic obstructive pulmonary disease. *BioMed research international* 2014;2014:965764.
- [3] Miranda EF, Malaguti C, Corso SD. Peripheral muscle dysfunction in COPD: lower limbs versus upper limbs. *Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia* 2011;37(3):380-388.
- [4] 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.
- [5] Singer J, Yelin EH, Katz PP, Sanchez G, Iribarren C, Eisner MD, et al.. Respiratory and skeletal muscle strength in chronic obstructive pulmonary disease: impact on exercise capacity and lower extremity function. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention* 2011;31(2):111-119.
- [6] Swallow EB, Reyes D, Hopkinson NS, Man WD, Porcher R, Cetti EJ, et al.. Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2007;62(2):115-120.
- [7] Robles PG, Mathur S, Janaudis-Fereira T, Dolmage TE, Goldstein RS, Brooks D. Measurement of peripheral muscle strength in individuals with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention* 2011;31(1):11-24.



- [8] Beaumont M, Kerautret G, Peran L, Pichon R, Le Ber C, Cabillic M. [Reproducibility of strength and endurance measurements of the quadriceps in patients with COPD]. *Revue des maladies respiratoires* 2017;34(9):1000-1006.
- [9] Medina-Mirapeix F, Bernabeu-Mora R, Llamazares-Herran E, Sanchez-Martinez MP, Garcia-Vidal JA, Escolar-Reina P. Interobserver Reliability of Peripheral Muscle Strength Tests and Short Physical Performance Battery in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Prospective Observational Study. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2016;97(11):2002-2005.
- [10] O'Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. Measuring muscle strength for people with chronic obstructive pulmonary disease: retest reliability of hand-held dynamometry. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2007;88(1):32-36.
- [11] Pereira CAC, Sato T, Rodrigues, SC. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Bras Pneumol* 2007;33(4):397-406.
- [12] Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of chiropractic medicine* 2016;15(2):155-163.
- [13] Dowman L, McDonald CF, Hill CJ, Lee A, Barker K, Boote C, et al.. Reliability of the hand held dynamometer in measuring muscle strength in people with interstitial lung disease. *Physiotherapy* 2016;102(3):249-255.
- [14] Wang CY, Olson SL, Protas EJ. Test-retest strength reliability: hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2002;83(6):811-815.

**MANUSCRITO 2**

**ELASTIC-RESISTANCE TRAINING IN HOSPITALIZED PATIENTS DUE TO  
COPD EXACERBATION: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL TO ASSESS  
SHORT AND LONG-TERM EFFECTS IN PHYSICAL ACTIVITY LEVEL,  
HOSPITAL DAYS AND MUSCLE STRENGTH**

Artigo submetido ao periódico *Respiratory Care*

**ELASTIC-RESISTANCE TRAINING IN HOSPITALIZED PATIENTS DUE TO COPD EXACERBATION: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL TO ASSESS SHORT AND LONG-TERM EFFECTS IN PHYSICAL ACTIVITY LEVEL, HOSPITAL DAYS AND MUSCLE STRENGTH**

MSc Anna Claudia Sentanin<sup>1</sup>; PhD Renata Gonçalves Mendes<sup>2</sup>; MSc Carina Araujo de Facio<sup>1</sup>; MSc Fernanda Cristina Sousa<sup>1</sup>; MSc Erika Zavaglia Kabbach<sup>3</sup>; PhD Valéria Amorim Pires Di Lorenzo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Spirometry and Respiratory Physiotherapy Laboratory – LEFiR, Federal University of São Carlos – São Paulo, Brazil.

<sup>2</sup>Lecturer at Federal University of São Carlos – São Paulo, Brazil.

<sup>3</sup>Cardiopulmonary Physiotherapy Laboratory – LACAP, Federal University of São Carlos – São Paulo, Brazil.

**Contributions of each authors**

- Anna Claudia Sentanin: Literature search, Data collection, Study design, Analysis of data, Manuscript preparation and Review of manuscript.
- Renata Gonçalves Mendes: Study design, Manuscript preparation and Review of manuscript
- Carina Araujo de Facio: Literature search, Data collection, Study design, Manuscript preparation and Review of manuscript.
- Fernanda Cristina Sousa: Data collection, Study Design, Manuscript preparation and Review of manuscript.
- Erika Zavaglia Kabbach: Data collection, Manuscript preparation and Review of manuscript.

- Valéria Amorim Pires Di Lorenzo: Literature search, Study design, Analysis of data, Manuscript preparation and Review of manuscript.

This study was carried out at Federal University of São Carlos – São Carlos, São Paulo, Brazil.

**Financial Support:** This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001 and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

**Corresponding author:** PhD Valéria Amorim Pires Di Lorenzo: [vallorenzo@ufscar.br](mailto:vallorenzo@ufscar.br):  
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar Departamento de Fisioterapia -  
Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória – LEFiR. Rod. Washington Luiz,  
Km 235, Monjolinho, São Carlos, São Paulo, Brazil. CEP:13565-905

**University Ethics Committee Approval:** 1.484.761/2016

**Clinical Trials Register:** NCT03131752

The authors declare no conflict of interest.

## ABSTRACT

**Background:** Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) exacerbation episodes are characterized as symptoms increase and systemic negative impact, with possibility of hospitalization. Quadriceps muscle weakness is a relevant finding in this context, since it is associated to bedrest physical deconditioning and decrease in daily physical activity of daily (PADL) living levels. The implementation of low-cost and simple physiotherapy interventions, such as resistance training (RT) in hospital settings, may reduce the negative impacts of hospitalization in strength and PADL. **Aims:** To verify short and long-term effects of elastic resistance training for quadriceps muscle on PADL in patients with COPD exacerbation. Additionally, as a secondary objective, this study will analyse quadriceps muscle strength recovery and PADL one and three months after the exacerbation. **Method:** Randomized Controlled Trial with 21 patients with moderate to very severe COPD, hospitalized due to a COPD exacerbation, older than 50 years. Patients were randomly allocated in the control group (CG) or in the intervention group (IG). Patients underwent assessments at 24-48 hours after the beginning of drug therapy (short-term), one and three months after hospital discharge (long term). The assessment in all three moments included muscle strength test using a handheld dynamometer, PADL during seven days using an actigraph (activPAL3™ PAL Technologies Ltd., Glasgow, Reino Unido). Intervention group underwent 10 repetition maximum protocol to select the appropriate elastic band and posteriorly they did a lower limb (LL) RT with elastic bands during hospitalization once a day, always in the same period. **Results:** The intervention did not provide to short-term effects in PADL, nevertheless, Considering the long-term effects, both groups improved PADL, however, the intervention and time had an interaction with quadriceps strength recovery to both LLs (Right:  $p < 0.001$ ; Left  $p < 0.001$ ). **Conclusion:** RT with elastic bands did not

influenced PADL on short or long-term in hospitalized patients due to COPD exacerbation. Nevertheless, the intervention had positive effect in quadriceps muscle strength recovery in long term after hospital discharge.

**Keywords:** COPD, Physical training, hospitalization, physical activity

## INTRODUCTION

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) exacerbations is characterized as an acute worsening of respiratory symptoms resulting in additional therapy need<sup>1</sup>. According to Troosters and colleagues (2010), these episodes contribute to COPD progression with severe systemic impact, which muscle weakness is seen as a relevant marker on this moment of the disease cycle<sup>2</sup>.

Muscle weakness is associated with factors such as steroids use, metabolic, nutritional and inflammatory changes<sup>3</sup>. Specifically, quadriceps muscle strength reduction was previously observed on the third hospitalization day due to COPD exacerbation, with additional 5% reduction in the fifth day<sup>3</sup>.

Bedrest is usual on hospital stay and favours muscle deconditioning, decreasing patient's daily physical activity levels (PADL)<sup>4</sup>. PADL decrease associated with dyspnea<sup>5</sup> and muscle impairment, especially in lower limbs (LL), are important limiting factors during COPD exacerbations<sup>6</sup>. Moreover, low PADL are associated with increased risk for hospital readmissions and worse survival in patients with COPD<sup>7,8</sup>.

In this context, physiotherapy interventions are essential to minimize negative exacerbation-related consequences. Physical training, particularly resistance training have been effective in diminish the deleterious effects of muscle atrophy and physical inactivity in patients suffering with an exacerbation<sup>9</sup>. Borges & Carvalho (2014)<sup>10</sup> found improvement in LLs strength, without increases in systemic inflammation, after resistance training with weights. This training started in the third hospitalization day during a COPD exacerbation<sup>10</sup>. In this sense, another study presented quadriceps strength improvement at the hospital discharge and one month later because of a resistance quadriceps training in a extensor chair during a exacerbation-related hospitalization.

Additionally there was no change in systemic inflammation levels<sup>2</sup>. Furthermore, resistance training may contribute to safe community return after the discharge as well as decrease the hospital time<sup>11</sup>.

Regarding long-term benefits maintenance after an in-hospital LLs resistance training, Borges & Carvalho (2014)<sup>10</sup> observed, in 29 patients, improvement in quality of life, dyspnoea and functional capacity in the thirtieth day after the exacerbation. Spontaneous physiological recovery, without any specific intervention has already been reported. Borges & Carvalho (2012)<sup>12</sup> assessed PADL of 20 inpatients due to COPD exacerbation. They found improvement in PADL, compared to baseline, even when they were not engaged in exercise<sup>12</sup>.

Considering the negative exacerbation effects and physiotherapy benefits through resistance training in this situation, research should focus on viable interventions in hospitals. They must be planned to be easily applicable, with low-cost and feasible in space-restricted environments. Moreover, resistance training should be tolerable by patients and do not cause deleterious effects that may aggravate exacerbation condition. Hence, elastic bands may present as a strategy to perform resistance training in hospitals<sup>13</sup>.

Although some benefits have already been found, evidence is still not enough in the impact of this type of training during COPD exacerbations on PADL and hospital time. Moreover, quadriceps muscle strength and PADL recovery over time should be investigated to implement this training in clinical practice.



## **OBJECTIVES**

To verify short and long-term effects of elastic resistance training for quadriceps muscle on PADL in patients with COPD exacerbation. Additionally, as a secondary objective, this study will analyse quadriceps muscle strength recovery and PADL one and three months after the exacerbation.

## **METHODS**

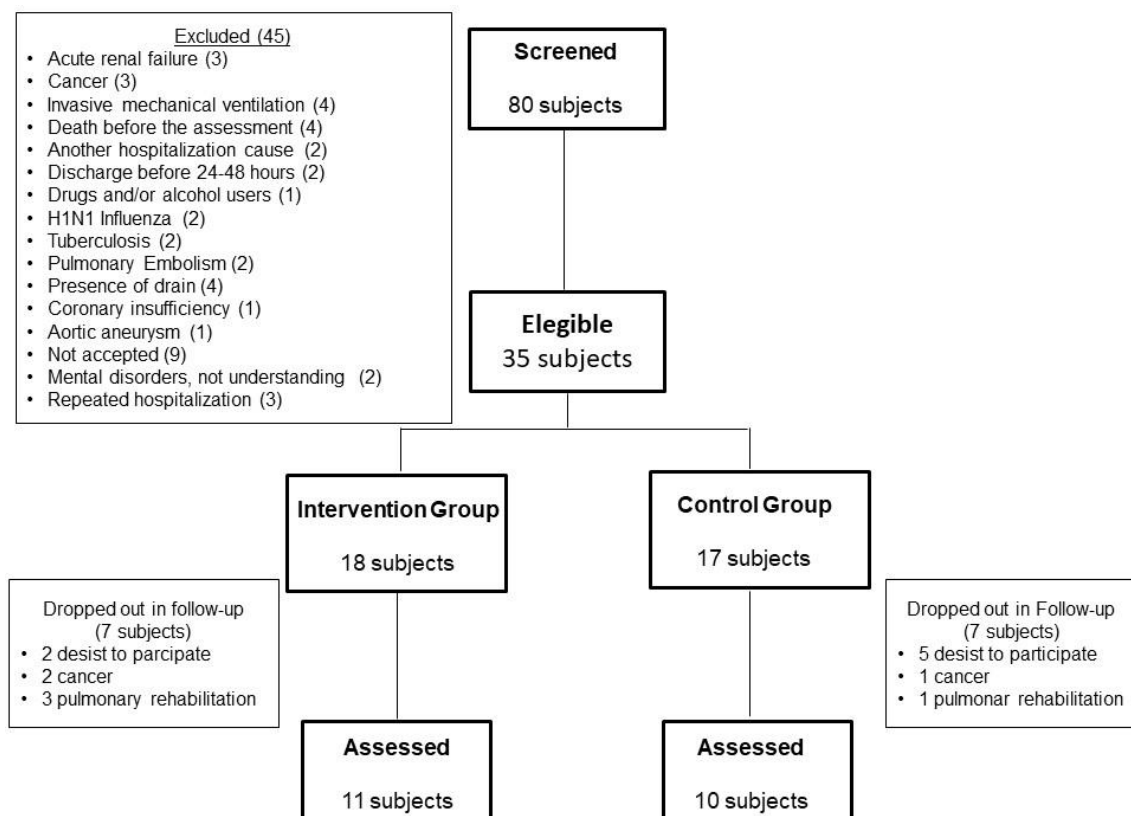
### Study design and participants

Prospective, parallel group, blinded, randomized and controlled trial conducted in the University Hospital of the Federal University of São Carlos and in the “Santa Casa de Misericórdia” of São Carlos, on the period of June 2016 and September 2018.

Men and women with 40 years or older, hospitalized due to a severe COPD exacerbation<sup>1</sup> were included in the study. All patients were recruited on the first hospitalization day, they were breathing spontaneously with or without supplementary oxygen and with condition to understand the proposed assessments. Additionally, patients using non-invasive ventilation could also participate if this procedure did not limit the research protocol and gave written consent. Patients were excluded if (a) they were regular drug or alcohol users, (b) receiving mechanical ventilation, (c) presented hemodynamic instability, (d) presented orthopaedic, rheumatologic, cardiovascular or neurologic limitation that might prevent the assessments (e) presented other pulmonary disease, (f) patients who not understand the assessments due to cognitive deficit and re-hospitalized after 48 hours of the discharge. The protocol was approved by the university

ethics committee (n. 1.484.761/2016) (Attachment I) and registered in [www.clinicaltrials.gov](http://www.clinicaltrials.gov) (NCT03131752).

Eighty patients were eligible and 21 of them were included (eleven women and ten men). They were randomized in two groups, the control group (CG) or the intervention group (IG). An electronic-generated allocation sequence (created in the website <https://www.random.org/>) was kept by a researcher who was not involved in this study. The researchers involved in the assessment and treatment had no access to the list or previous knowledge regarding where the next patient would be allocated. The moment the patient underwent all baseline assessments, the researcher responsible for the treatment called the independent researcher to ask which group that patient was allocated (Figure 1).



**Figure 1.** Flowchart.

### Experimental procedures

All patients were assessed on three different moments (a) in the first contact (24-48 hours after drug therapy initiation) in order to verify the short-term impact on PADL; one and three months after hospital discharge, comparing these moments with the exacerbation to verify the long-term impact on muscle strength and PADL. Patients underwent an initial anamnesis, cognitive assessment, peripheral muscle assessment and PADL, as well as pulmonary function (only in the one-month assessment to characterize COPD severity). The assessments were carried out by a blind researcher.

Patients from IG received 5-7 days of intervention, always in the morning period, in order to be included in the study. Moreover, they could not miss more than two consecutive intervention days. Patients who was discharged before seven days continued the intervention in the ambulatory, in the same conditions. On the follow-up period (until three months after the discharge), patients did not underwent physical training or pulmonary rehabilitation.

#### *Muscle Strength Assessment*

A handheld dynamometer (MicroFet 2 -HogganHealth, USA) was used to measure quadriceps strength, of both LLs. During this assessment (Appendix II), patients were sit in an ergonomic chair, with hip and knee in 90° of flexion, and the dynamometer manually placed in the anterior face of the tibia, five centimetres above the lateral maleolus. An inelastic band was used to fixate the dynamometer and patient was instructed to maintain the position while extending the knee against the resistance during four seconds. During the test, the assessor sustained the equipment in place without active resistance against the movement<sup>14</sup>. The dynamometer provided as outcome strength peak

(measured in KgF and converted to Newton), which is an objective maximum strength measure.

The test was carried out three times and the highest value was used for the analysis, and difference between tests should not be larger than 5%. Muscle fatigue was prevented changing the assessed LL each time and the resting period between assessments was 60s<sup>15</sup>.

#### *PADL assessment*

PADL was assessed using an accelerometer – actgraph activPAL3™ (PAL Technologies Ltd., Glasgow, United Kingdom) (Appendix III). This device is light and compact (35x53x7mm and 20 g) and it was fixated in the middle third of the right thigh using Tegaderm (3M) (Figure 2), a water-resistant sterile dressing, which allowed the device to remain with the patient even during showering. The accelerometer was fixated in the first contact (24-48 hours after the beginning of the drug therapy) and removed seven days later. Moreover, the device was fixated again on the follow-up moments (one month and three months) for seven days. Data analysis and interpretation was done in a specific software. The main obtained variables were active time (AT – daily total time during standing and walking); inactive time (IT - daily total time during sitting and laying down); number of steps (NP) and energy expenditure (EE – MET.hour / day).



**Figure 2.** Actigraph Position

#### *Pulmonary function assessment*

Spirometry was conducted by trained researchers (portable spirometer SpiroPalm 6MWT Cosmed®) a month after hospital discharge, as a COPD-severity criterion. ATS/ERS recommendations<sup>16</sup> were used to assure reliability and acceptability and predicted values were based on Pereira and colleagues<sup>17</sup>. Forced manoeuvres was repeated 20 minutes after inhalation of 400mcg salbutamol sulphate. Patients were classified using GOLD<sup>1</sup> criteria which all patients should have forced expiratory volume in the first second ( $FEV_1$ ) / Forced vital capacity (FVC) ratio  $<0.7$  and (b) percentage of the  $FEV_1$  predicted value  $\geq 80\%$  (GOLD 1, mild),  $50\% \leq FEV_1 < 80\%$  (GOLD 2, moderate),  $30\% \leq FEV_1 < 50\%$  (GOLD 3, severe), e  $FEV_1 < 30\%$  (GOLD 4, very severe).

### Physiotherapy intervention

Physiotherapy intervention initiated after the first contact with patient (24-48 hours after drug therapy beginning) and it was conducted by a physiotherapist who was blind to the studied outcomes. All patients received usual hospital care including primarily respiratory exercise and mobilization, thus, it did not include quadriceps muscle strengthening protocol. Patients in IG were submitted to the intervention proposed in this study, once a day, at the same time. Patients were monitored during the intervention, and prescription respected a sub maximum HR (women [subHR = (210 – age) x 0.85], men [subHR= (220 – age) x 0.85], perceived effort in BORG scale between 4-6. Supplementary oxygen was offered in case of need (rest SpO<sub>2</sub> < 85% or 5% decrease during the protocol).

Elastic bands (TheraBand®) were used to provide resistance during the training, and the band colour determined the intensity (yellow as the lowest resistance and golden as the highest resistance). Moreover, manufacturer recommendations for asepsis and storage of the elastic bands were followed. In order to avoid plastic deformations during the protocol, the elastic bands were distended to the maximum length 20 times before the first use<sup>18</sup>. An incremental ten maximum repetition test (10MR) (Appendix IV) was used to determine the adequate band colour for each patient. The test started with the yellow band and patients were sitting in a chair designed to the study, with the possibility to adjust height and backrest, allowing the back to be totally rested and LLs pendants with hips and knees in 90° of flexion.

Since elastic resistance changes due to stretching and initial tension, and this aspect influences the imposed resistance intensity, the researchers measured the length to determine the ideal band-fixation point in the chair, in order to assure a 100% increase in

elastic band length during its stretching. The bands were fixated in patients' ankles using a shinguard and in an adjustable point in the chair according to the following measures (Figure 3): P1: resting point; P2: distal extremity point; P3: full knee extension point; d1: distance between P1 and P2; d2: distance between P1 and P3; d3: distance between P2 and P3, that is, elastic band total elongation.



**Figure 3.** Elastic band fixation

Ten free repetitions following the metronome rhythm were carried out for familiarity purposes (45 sound signals per minute, with a total of 25 seconds to execute ten repetitions). Afterward, patients were instructed to execute knee extension in its complete range of motion with one leg (dominant leg first), continuously, following the metronome. Patient was corrected in case there was a flaw in movement execution or compensations. In a prior pilot study, researchers standardized the main movement compensation due to intolerance to the imposed load, in order to determine qualitative flaws in movement execution (pelvis elevation or torsion, trunk inclination, inability to follow metronome rhythm). The elastic-band colour determined by the 10MR was the one with the highest load the patient was able to perform correctly. Thus, patients used this colour of elastic band during all the resistance training sessions.

Sessions were composed of warm-up period, resistance training, stretching and relaxation, all this period patient was sitting in the ergonomic chair (Appendix V). Patients performed three series of ten repetitions with a minimum one-minute interval or until HR return to basal values.

### Statistical Analysis

Data was analysed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 21.0 version for Windows. Shapiro-Wilk test was used to verify data distribution and mean  $\pm$  standard deviation was used to present it when the distribution was normal and median and interquartile range was used when the distribution was not-normal.

The between-group comparisons at baseline and the hospital time were compared using T independent test or its non-parametric equivalent Mann-Whitney test.

PADL was assessed in the first day pre-intervention (D1) and on the seventh day, after intervention (D7). A two-way variance analysis (ANOVA) was used for parametric variables; Mann-Whitney and Wilcoxon tests were used for non-parametric variables in the intergroup (D7) and intragroup (D1xD7) comparisons, respectively.

PADL and muscular strength longitudinal analysis (exacerbation, one month and three months after hospital discharge) was carried out (using the mean value in seven days for PADL) in a repeated-measures ANOVA (or Friedmann) test. Categorical data were analysed using a chi-squared test. A significance level of 5% was adopted.

## **RESULTS**

Both groups (CG - 6 women/ 4 men; IG – 6 men / 5 women) were composed with patients with moderate to very severe COPD, and age above 60 years (Table 1). The



hospital time was different when comparing IG and CG, with one-day difference between groups (CG: 6(6-7) days *versus* IG: 5(4-6),  $p=0.01$ ).

**Table 1.** Characterization of the sample for anthropometric, spirometric, clinical and medication variables.

	CG (n=10)	IG (n=11)	p
Gender (M/F)	4(40)/6(60)	6(55)/5(45)	0.50
Age (years)	63.9±4.3	65.2±8.9	0.66
Height (m)	1.58±0.1	1.60±0.1	0.63
Weight (Kg)	62.8±15.3	61.7±9.8	0.83
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	25.1±5.1	24.2±4.9	0.70
FEV <sub>1</sub> /VFC	48.1±10.7	49.2±14.7	0.88
FEV <sub>1</sub> (% do previsto)	45.1±10.3	40.1±10.1	0.27
Exacerbation classification			
<i>No respiratory failure</i>	3 (30%)	4 (36%)	0.75
<i>Acute respiratory failure – non-life-threatening</i>	7 (70%)	7 (64%)	
<i>Acute respiratory failure –life-threatening</i>	0	0	
Length of hospital stay	6 (6-7)	5 (4-6)	0.01*
Exacerbations in the last year			
<i>Non-frequent exacerbation (none or one)</i>	7	7	0.75
<i>Frequent exacerbation (two or more)</i>	3	4	
Home oxygen therapy – n (%)	3 (30%)	3 (27%)	0.89
Medications – n (%)			
<i>Antibiotics</i>	4 (40%)	3 (28%)	0.80
<i>Corticosteroids</i>	1 (10%)	1 (9%)	---
<i>Antibiotic and Corticosteroids</i>	5 (50%)	7 (63%)	

Values expressed in median ± SD (standard deviation) or median (interquartile range) or number of subjects (percentage). **Legend:** M= male; F= female; BMI= body mass index; FEV<sub>1</sub> = forced expiratory volume on the first second; \*p-value≤0,05 (Mann-Whitney test).

Groups were homogeneous in baseline for all variables (AT –  $p=0.93$ , IT –  $p=0.93$ , number of steps –  $p=0.33$ , energy expenditure –  $p=0.39$ , right LL muscle strength –  $p=0.55$ , left LL muscle strength –  $p=0.40$ ).

Considering the elastic-band colour chosen in the 10MR protocol, there was no between-groups difference ( $p=0.11$ ). On the 10RM, 80% of the patients in CG stopped in the yellow band and 20% in the red band, while in IG all patients stopped in the yellow band. No adverse events in this assessment or in the resistance training were reported.

In PADL short term analysis pre (D1) and post-intervention (D7) there was time effect on AT (CG:  $1.9 \pm 1.12$  hours versus  $5.2 \pm 3.1$  hours and IG:  $1.9 \pm 1.4$  hours versus  $5.6 \pm 3.7$  hours;  $p < 0.001$ ) and IT (CG:  $22 \pm 1.12$  hours versus  $18.7 \pm 3.1$  hours and GI:  $22 \pm 1.4$  hours versus  $18.3 \pm 3.7$  hours;  $p < 0.001$ ) indicating change in these variables during hospitalization (Table 2).

**Table 2.** A Short-Effects of elastic resistance training in active and inactive time.

	GC (n=10)		GI (n=11)		Time	p	
	D1	D7	D1	D7		Group	Interaction
Active Time (hours)	$1.9 \pm 1.12$	$5.2 \pm 3.1$	$1.9 \pm 1.4$	$5.6 \pm 3.7$	$<0.001$ †	$>0.05$	$>0.05$
Inactive Time (hours)	$22 \pm 1.12$	$18.7 \pm 3.1$	$22 \pm 1.4$	$18.3 \pm 3.7$	$<0.001$ †	$>0.05$	$>0.05$

Values expressed in mean  $\pm$  standard deviation Legend: D1: pre-intervention; D7: post-intervention; †significant difference for time effect ( $p\text{-value} \leq 0,05$ ) (ANOVA two-way).

Regarding the number of steps, there was no between-groups difference on D7 ( $p=0.55$ ), however, an intra-group difference was found comparing D1 and D7 [CG: 1009(385-4879) steps versus 3566(2355-5886),  $p < 0.01$ ; IG: 1650(942-8540) steps versus

3522(1602-10254),  $p < 0.01$ ) steps] indicating that both groups improved this variable during the hospitalization.

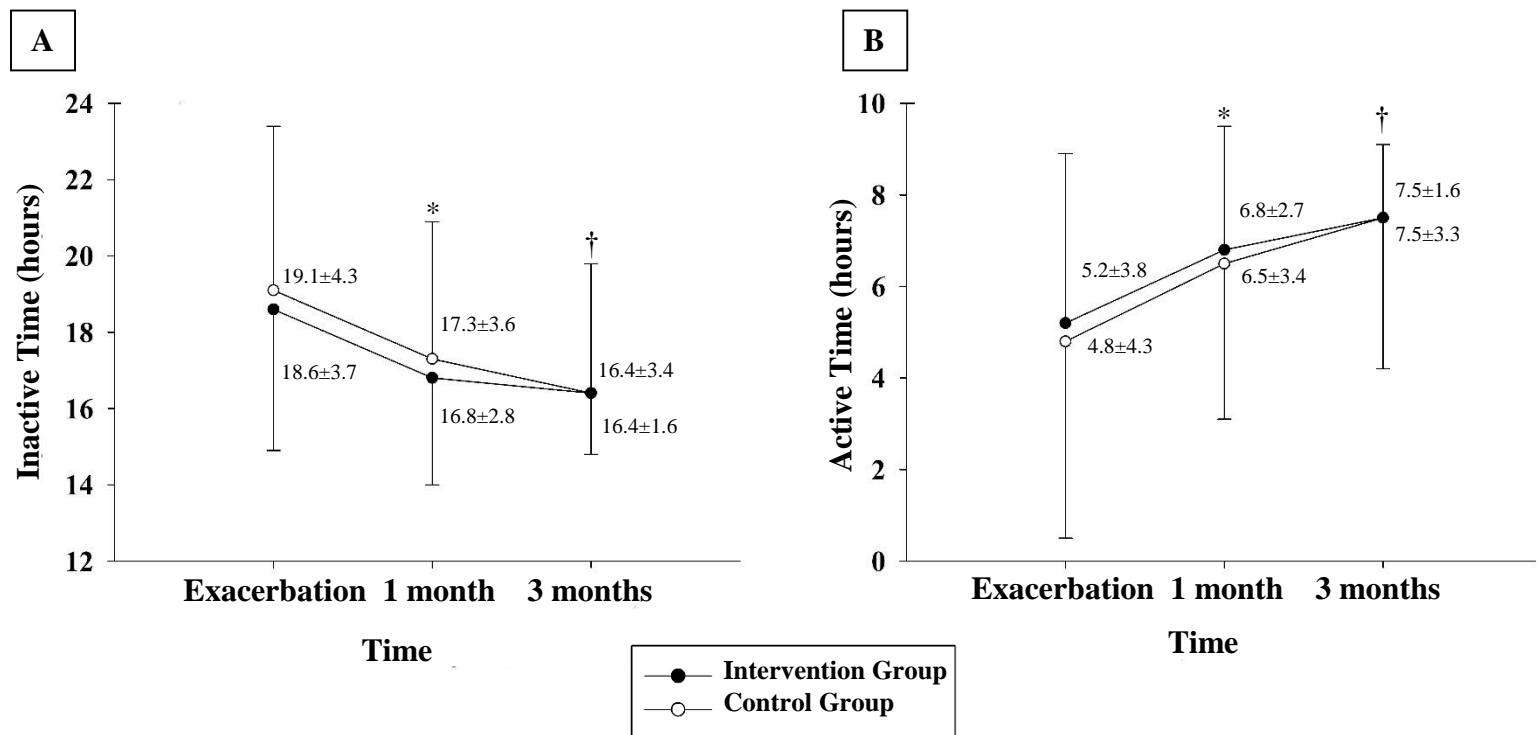
Considering energy expenditure, no significant between-groups difference was found on D7 ( $p = 0.75$ ) as well as in the intra-group (D1xD7) comparisons (CG: 30.6(30.3-33) MET.h versus 32.1(31-33.4),  $p = 0.21$ , IG: 30.9(30.5-34.1) MET.h versus 32.3(31.3-34.2),  $p = 0.38$ ) (Table 3). All patients presented values in the range 0-1.5 METs/minute, which is a sedentarism indicative<sup>19</sup>.

**Table 3.** A Short-Effects of elastic resistance training in number of steps and energy expenditure.

	GC (n=10)			GI (n=11)		
	D1	D7	P	D1	D7	p
Number of Steps	1009(385-4879)	3566(2355-5886)	$< 0.01 \ddagger$	1650(942-8540)	3522(1602-10254)	$< 0.01 \ddagger$
Energy Expenditue (MET.h)	30.6(30.3-33)	32.1(31-33.4)	0.21	30.9(30.5-34.1)	32.3(31.3-34.2)	0.28

Values expressed in median (interquartile) Legend: MET metabolic equivalent; h: hours  $\ddagger$  significant difference within groups ( $p\text{-valor} \leq 0,05$ ) (Wilcoxon test).

In the longitudinal analysis there was a time effect (exacerbation x one month x three months) in IT in both groups (CG -  $p=0.032$  and IG -  $p=0.033$ ) (Figure 4-A). AT was also influenced by time (exacerbation moment x one month -  $p=0.041$ , and exacerbation moment x three months -  $p=0.028$ ) (Figure 4-B).

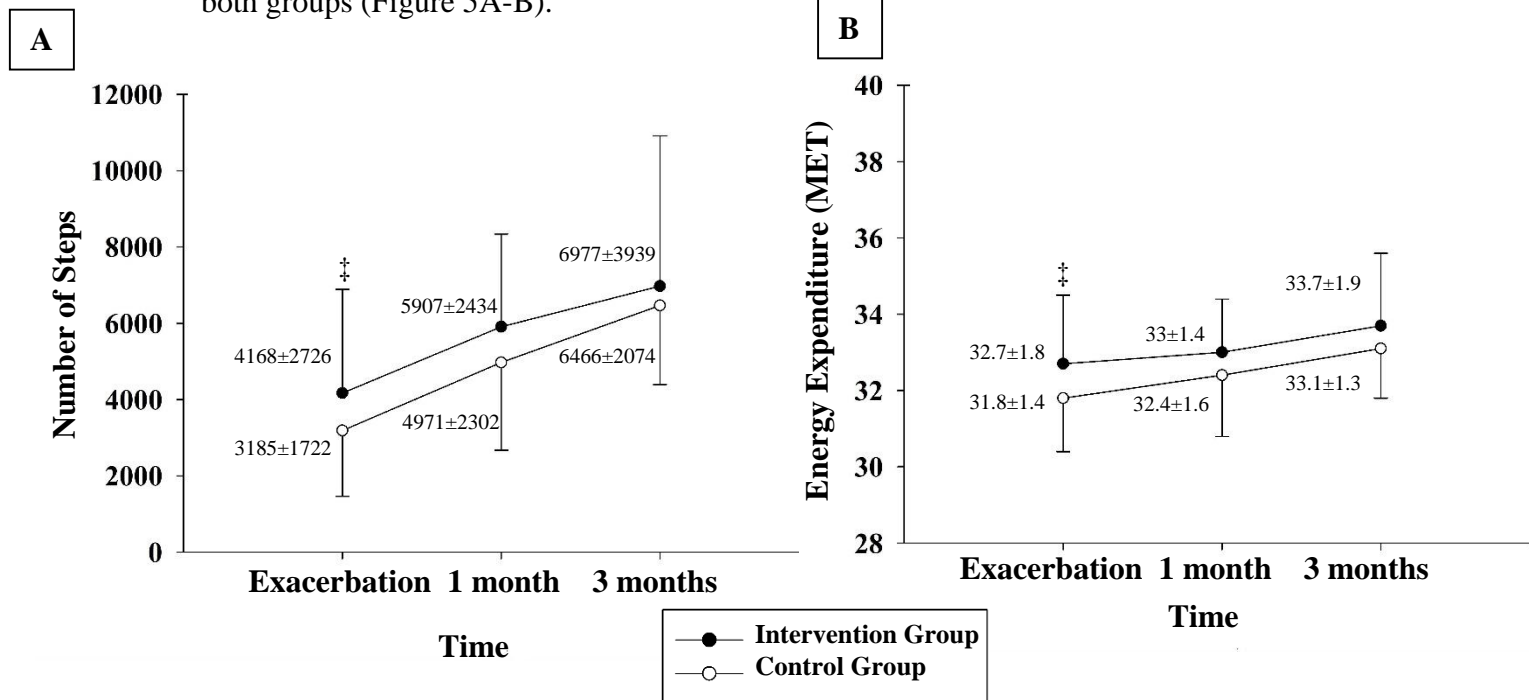


\*Significant difference for time effect (exacerbation and 1-month post discharge)  $p<0.05$ .

†Significant difference for time effect (exacerbation and 3-months post discharge)  $p<0.05$ .

**Figure 4.** **A.** Inactive Time in exacerbation, 1-month and 3-months post discharge. **B** Active Time in exacerbation, 1-month and 3-months post discharge.

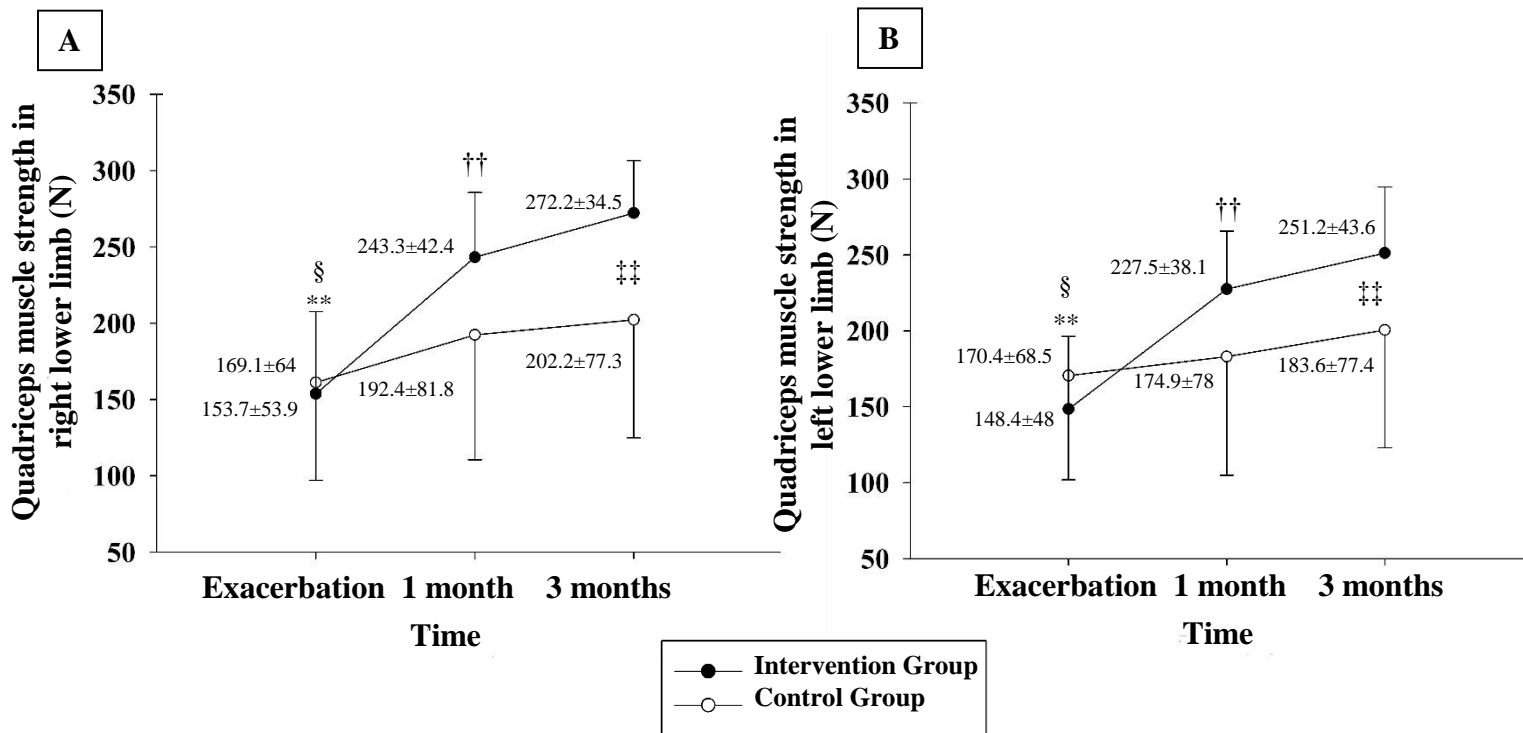
Regarding the number of steps and energy expenditure, a time effect was found in the comparison exacerbation moment x three months ( $p=0.003$ ,  $p=0.04$ , respectively), in both groups (Figure 5A-B).



‡ Significant difference for time effect (exacerbation and 3-months post discharge)  $p < 0.05$ .

**Figure 5. A.** Number of steps in exacerbation, 1-month and 3-months post discharge. **B** Energy Expenditure in metabolic equivalent (MET) in exacerbation, 1-month and 3-months post discharge

Quadriceps muscle strength in both LLs improved during the follow up (right LL -  $p < 0.001$ , left LL -  $p < 0.001$ ). Additionally, IG presented higher strength values compared to CG in all assessments. Considering the right LL, IG presented larger improvements than CG comparing the discharge with one month later (CG: 13% *versus* IG: 58%) and three months later (CG: 20% *versus* IG: 77%). Furthermore, comparing the strength one month and three months after discharge, this increase was also larger (CG: 5% *versus* IG: 12%). The improvements in the left LL were similar to those in the right LL (Figure 6 A-B).



§ Significant difference for time effect (exacerbation and 1-month post discharge)  $p < 0.001$ .

\*\* Significant difference for time effect (exacerbation and 3-months post discharge)  $p < 0.001$ .

†† Significant difference for time effect (1-month post discharge and 3-months post discharge)  $p < 0.001$ .

‡‡ Significant interaction between group and time effects  $p < 0.001$ .

**Figure 6. A.** Quadriceps muscular strength in right lower limb in exacerbation, 1-month and 3-months post discharge. **B.** Quadriceps muscular strength in left lower limb in exacerbation, 1-month and 3-months post discharge.

## DISCUSSION

The present study did not find short term effects on PADL using an elastic-resistance intervention for LLs for hospitalized patients due to COPD exacerbation. Nevertheless, this intervention had effect in the quadriceps muscle strength recovery.

### *Intervention short term effects*

The patient's hospital time were different between groups (one-day shorter hospitalization period in the elastic-resistance trained group than control group), but this cannot be considered an intervention effect since others aspects may influence this outcome.

Trooster e colleagues (2010)<sup>2</sup> assessed 40 hospitalized patients due to exacerbation and conducted a quadriceps muscle strength training using 80% of the one maximum repetition test (1 MR) as the initial load, during seven hospitalization days. They observed the resistance training was capable of prevent muscle dysfunction caused by hospital stay with a short term improvement in muscle strength in the intervention group. On the other hand, Tang e colleagues (2012)<sup>20</sup> did an elastic resistance training for LLs during hospital stay and did not observed this short term difference for lower limbs. Nevertheless, they observed improvement in this strength through time, for both groups. In both studies, hospital time change was not observed, which was found in our study. Both authors do not assess PADL.

Borges and colleagues (2014)<sup>10</sup> observed strength improvement after resistance training during hospital stay of 29 patients with COPD exacerbation. Patients who participated in resistance training presented a short term improvement in muscle strength at hospital discharge compared to control group. Moreover, PADL was assessed and both groups stayed most of time sitting/laying down but with a non-significant improvement throughout the hospital stay, which corroborates with our findings. In all studies, including ours, resistance training was safe, without severe adverse events. Therefore, resistance training seems a safe and efficient tool to provide some short term benefits to patients hospitalized due to COPD exacerbations.

Despite the lack of significant short term effects on PADL, the reduction in hospital stay is relevant, since an easy and low-cost intervention was capable to reduce hospital stay, influencing costs and deleterious hospitalization effects. Trooster e colleagues (2010)<sup>10</sup> observed strength reduction each hospital day, reinforcing the importance of an early hospital discharge.

### *Intervention long term effects*

The proposed intervention had long term effects on quadriceps muscle strength. Our findings corroborate with previous studies regarding the spontaneous recovery of PADL and muscle strength after a COPD exacerbation over the time. Borges and colleagues (2012)<sup>12</sup> evaluated 20 patients during a hospital stay due to COPD exacerbation. They observed patients' inactivity during hospital stay in more than 70% of time, corroborating our finding (75-80% of the time). These authors reported a change in this pattern a month after discharge with a 15% reduction of inactive time, even without any intervention. Thus, this result is similar to ours with a 10% change to both groups. Nevertheless, Pitta e colleagues (2006)<sup>21</sup> assessed 17 patients on the second and seventh hospital days and one month after discharge, however, confronting the previous findings, they did not observe any change in time spent sitting, laying down or standing.

Tsai and colleagues (2016)<sup>22</sup> assessed 50 hospitalized patients due to COPD exacerbation and observed an increase in the number of steps at the first and sixth weeks after discharge when compared to hospitalization moment. They observed an average improvement of 950 steps in the sixth week after hospital discharge in comparison to the exacerbation period. However, our study found a 1500 average improvement in the number of steps one month after discharge, which was even higher in patients from IG (1700 steps). The difference in both results may be due to greater airflow obstruction severity in Tsai and colleagues study, which may have influenced a lower increase in number of steps in their study. In the present study, both groups improved the number of steps over time, and this improvement was greater than the minimum clinically important difference (600 – 1100 steps/day). Additionally, the magnitude of this improvement represents a reduction in hospitalization risk, and 45% of CG achieved this improvement, whilst 60% of IG<sup>23</sup>.



Although an improvement in energy expenditure is seen over time, patients remain in sedentary activities (<1.5 METs) or mild activities (1.5–3.0 METs) most of the time. Tsai and colleagues (2016)<sup>22</sup> observed a similar behaviour during hospitalization when patients were not involved in training, even after six weeks after discharge. We were not able to find other studies comparing patients during exacerbation, one month and three months after hospital discharge, which are important information, since they represent the exacerbation time, post-acute state and finally a stable state of the disease.

Quadriceps muscle strength also changed over time in this study in both groups, representing a spontaneous recovery after a COPD exacerbation. Nevertheless, IG presented higher improvements when compared to CG. Hence, an intervention with elastic bands for LLs during hospitalization may aid in peripheral muscle strength maintenance and recovery over time, after a hospital stay. Trooster and colleagues (2010)<sup>9</sup> carried out resistance training with three series of eight repetitions, with 70% of 1MR in an extensor chair, with 40 hospitalized patients to treat a COPD exacerbation. For seven days, once a day they engaged in this training. The authors observed improvement in training group during hospital stay, but values did not change one month after discharge, which differs from the present study.

The strengthening found in this study after resistance training is a relevant finding, since quadriceps muscle strength is a determining factor in exercise tolerance and in hospital stay for patients with COPD. Furthermore, the strength increase was influenced by a simple and low-cost intervention, feasible in a hospital, ambulatory and at home.

A substantial eligible patients loss over time is a limitation in this study. In addition, the fact of the intervention does not include walking and functional exercises

may have limited the effects, especially on PADL. Possibly an association with walking or functional exercises, could have an effect of improving the PADL level.

## CONCLUSION

Resistance training with elastic bands for quadriceps muscle did not have impact on short and long term PADL in patients with exacerbated COPD. Nevertheless, the intervention had positive effect on hospital days as well as in quadriceps muscle strength recovery in long term after hospital discharge.

## REFERENCES

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global Initiative for Chronic Obstructive. *Glob Obstr Lung Dis* [Internet]. 2015; <http://www.goldcopd.org>. Available from: [http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD\\_Report\\_2015\\_Apr2.pdf](http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD_Report_2015_Apr2.pdf)
2. Troosters T, Probst VS, Crul T, Pitta F, Gayan-Ramirez G, Decramer M, et al.. Resistance training prevents deterioration in quadriceps muscle function during acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;
3. Gayan-Ramirez G, Decramer M. Mechanisms of striated muscle dysfunction during acute exacerbations of COPD. *J Appl Physiol* [Internet]. 2013;114(9):1291–9. Available from: <http://jap.physiology.org/cgi/doi/10.1152/jappphysiol.00847.2012>
4. López-López L, Torres-Sánchez I, Romero-Fernández R, Granados-Santiago M, Rodríguez-Torres J, Valenza M. Impact of Previous Physical Activity Levels on Symptomatology, Functionality, and Strength during an Acute Exacerbation in COPD Patients. *Healthcare*. 2018;

5. Dickstein K, Piepoli MF, Conraads V, Corra U, Francis DP, Jaarsma T, et al.. Exercise training in heart failure : from theory to practice . A consensus document of the Heart Failure Association and the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. 2011;347–57.
6. Parshall MB, Schwartzstein RM, Adams L, Banzett RB, Manning HL, Bourbeau J, et al.. An official American thoracic society statement: Update on the mechanisms, assessment, and management of dyspnea. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;185(4):435–52.
7. Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Decramer M. Activity Monitoring for Assessment of Physical Activities in Daily Life in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary. 2005;86(October).
8. Seidel D, Cheung A, Suh E, Raste Y, Atakhorrani M, Spruit MA, et al.. Physical inactivity and risk of hospitalisation for chronic obstructive pulmonary disease. 2012;16(June):1015–9.
9. Troosters T, Gosselink R, Janssens W, Decramer M. Exercise training and pulmonary rehabilitation: New insights and remaining challenges. *Eur Respir Rev*. 2010;19(115):24–9.
10. Borges RC, Carvalho CR. Impact of resistance training in chronic obstructive pulmonary disease patients during periods of acute exacerbation. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2014;95(9):1638–45. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2014.05.007>
11. Chow L, Parulekar AD, Hanania NA. Hospital management of acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Hospital Medicine*. 2015.
12. Borges RC, Carvalho CRF. Physical activity in daily life in Brazilian COPD patients during and after exacerbation. *COPD J Chronic Obstr Pulm Dis*. 2012;9(6):596–602.
13. Alison JA, McKeough ZJ. Pulmonary rehabilitation for COPD: Are programs with minimal exercise equipment effective? *J Thorac Dis*. 2014;6(11):1606–14.

14. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. Measuring Muscle Strength for People With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Retest Reliability of Hand-Held Dynamometry. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;
15. Pain P, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip Strength in Females With and Without. :671–6.
16. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al.. Standardisation of spirometry. 2005;26(2):319–38.
17. Alberto C, Pereira DC, Sato T. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil \*. 33(October 2006):397–406.
18. Nyberg A, Saey D, Martin M, Maltais F. Muscular and functional effects of partitioning exercising muscle mass in patients with chronic obstructive pulmonary disease - A study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* [Internet]. 2015;16(1):1–10. Available from: ???
19. Tsai LLY, Alison JA, McKenzie DK, McKeough ZJ. Physical activity levels improve following discharge in people admitted to hospital with an acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Chron Respir Dis.* 2016;13(1):23–32.
20. Tang CY, Blackstock FC, Clarence M, Taylor NF. Early rehabilitation exercise program for inpatients during an acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: A randomized controlled trial. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2012;
21. Pitta F, Troosters T, Probst VS, Spruit MA, Gosselink R. Physical Activity and Hospitalization for Exacerbation of COPD \* Physical Activity and Hospitalization for Exacerbation of COPD \*. 2011;
22. Tsai LLY, Alison JA, McKenzie DK, McKeough ZJ. Physical activity levels improve following discharge in people admitted to hospital with an acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Chron Respir Dis.* 2016;
23. Demeyer H, Burtin C, Hornikx M, Camillo CA, Van Remoortel H, Langer D, et al.. The minimal important difference in physical activity in patients with COPD.

PLoS One [Internet]. 2016;11(4):1–11. Available from:  
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0154587>

## **DESDOBRAMENTOS FUTUROS E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após a realização desse estudo, foi possível identificar uma excelente reprodutibilidade do dinamômetro portátil *Microfet* para avaliação da força isométrica do músculo quadríceps em pacientes com DPOC. Além disso, observamos que os pacientes toleram bem o protocolo realizado, permitindo que seja aplicado na prática clínica por meio de apenas uma medida de força. Visto isso, foi feita a aplicação de uma intervenção com faixa elástica para realização de treinamento resistido de membros inferiores em pacientes com DPOC hospitalizados por exacerbação da doença. Os achados mostraram que houve uma recuperação maior da força muscular de quadríceps a longo prazo naqueles pacientes que realizaram o treinamento.

Embora não tenha sido encontrada diferença no nível de atividade física a curto e longo prazo, os pacientes apresentaram melhor dessa variável sendo que a maior parte daqueles que treinaram atingiram valores superiores à melhora clinicamente importante. Além disso, a intervenção mostrou-se prática e de fácil aplicabilidade sendo possível de utilizar em ambientes clínicos, ambulatoriais e hospitalares, abrangendo as diferentes apresentações clínicas da doença.

Diante disso, os resultados desse estudo nos levam a desdobramentos futuros como a realização de estudos que verifiquem a validade da medida de força muscular de quadríceps por meio de dinamômetro portátil em pacientes com DPOC exacerbada. Além disso, objetiva-se realizar estudos de intervenção com faixas elásticas abrangendo te outros grupamentos musculares, além de unir exercícios de caminhada e funcionais visando, em conjunto com a melhora da força muscular, a melhora da capacidade de exercício desses pacientes.

## APPENDIX

## Appendix I. Informed Consent



Universidade Federal de São Carlos  
 Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
 Departamento de Fisioterapia  
 Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DE PARTICIPAÇÃO NO PROJETO DE PESQUISA: Reabilitação pulmonar precoce com resistência elástica no paciente com DPOC exacerbada**

RESPONSÁVEL PELO PROJETO: VALERIA AMORIM PIRES DI LORENZO

LOCAL DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO: Laboratório de Fisioterapia Respiratória, Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos e Santa Casa de Misericórdia de São Carlos.

Eu, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ anos de idade, portador do RG n. \_\_\_\_\_, residente à Rua (Av): \_\_\_\_\_, n. \_\_\_\_\_, Bairro: \_\_\_\_\_, Cidade de: \_\_\_\_\_, Estado: \_\_\_\_\_,

fui convidado(a) a participar do projeto de pesquisa acima mencionado que será realizado no Laboratório de Fisioterapia Respiratória da Universidade Federal de São Carlos, na Santa Casa de Misericórdia e no Hospital Universitário, e voluntariamente concordo em participar do referido projeto.

A pesquisa tem por finalidade avaliar a os acometimentos da exacerbação da doença pulmonar obstrutiva crônica e, investigar o efeito da reabilitação pulmonar precoce nessa fase. Além disso, a pesquisa irá avaliar os possíveis benefícios durante 3 meses após a exacerbação.

Serei submetido a uma avaliação inicial para coleta dos meus dados pessoais, idade, peso, altura, hábitos de vida diária e medicações em uso. Responderei algumas perguntas de questionários para avaliar a minha falta de ar (Escala de London), a influência da doença na minha vida cotidiana (Questionário do Hospital Saint George na Doença Respiratória, Questionário CAT), estado psicológico e cognitivo (Mini Mental).

Além disso, serei submetido a testes de avaliação da força muscular dos meus joelhos (dinamômetro MicroFet), e dos músculos respiratórios (manovacuômetro) pela medida da pressão inspiratória e expiratória máxima, bem como uma avaliação da função do meu pulmão (espirometria). Realizarei um teste de caminhada, que consiste em caminhar em um corredor durante 6 minutos. A quantidade de oxigênio, a pressão arterial, a frequência respiratória e batimentos cardíacos serão monitorados durante todos os procedimentos. Finalmente, serei submetido a exercícios diários, exercícios de força de forma supervisionada, sendo interrompidos

caso haja qualquer sensação de mal estar relatada por mim ou algum problema com meus sinais vitais.

Os benefícios esperados que terei incluem a verificação de possíveis alterações devido a exacerbação, avaliações respiratórias, musculares, função do pulmão (espirometria), avaliação dos músculos da perna e dos músculos respiratórios (dinamômetro e manovacuômetro), das atividades da minha vida (questionários), observando assim, clinicamente minha situação física. Além disso, a reabilitação precoce poderá me proporcionar melhora dos sintomas do meu quadro, bem como da força dos meus músculos.

A possibilidade de qualquer risco é mínima durante os procedimentos propostos, porém caso eu venha sentir tontura, visão embaçada, falta de ar, cansaço, ‘batedeira’, fadiga e qualquer tipo de dor ou mal estar comunicarei o fisioterapeuta responsável que imediatamente interromperá a realização da avaliação. Caso os sintomas permaneçam após um período (10 minutos), um profissional médico será contatado imediatamente. Para aumentar a minha segurança, a frequência cardíaca, pressão arterial e a saturação periférica de oxigênio serão monitorizadas antes e após a avaliação e intervenção proposta, e no caso dessas variáveis apresentarem respostas inadequadas, as atividades também serão imediatamente suspensas.

As informações obtidas durante as avaliações e os exames serão mantidas em caráter confidencial, portanto não serei identificado (a). Além disso, essas informações não poderão ser consultadas por pessoas não ligadas ao estudo. As informações assim obtidas, no entanto, poderão ser utilizadas para fins científicos, sempre resguardando minha privacidade. Tenho a garantia de receber respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento a qualquer dúvida a respeito dos procedimentos, riscos e benefícios e de outras situações relacionadas com a pesquisa. Além disso, os pesquisadores responsáveis se comprometem a me fornecer informações atualizadas sobre o estudo, mesmo que isso possa afetar a minha vontade em continuar participando da pesquisa. Estou ciente da importância do protocolo que serei submetido e procurarei seguir com o programa, salvo algum problema que possa surgir que me impossibilite de participar.

Durante qualquer período da pesquisa poderei deixar de participar da pesquisa se assim for meu desejo, sem que isso me traga nenhum tipo de penalidade ou prejuízo em minha relação com os pesquisadores ou com a instituição.

Esta pesquisa não prevê nenhuma remuneração ou ressarcimento de gastos aos sujeitos da pesquisa.

Os pesquisadores me informaram que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, cujo endereço e telefone são apresentados neste termo.



O presente termo será emitido em 2 vias, uma delas ficará em posse dos pesquisadores e receberei a outra cópia deste termo, no qual consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar minhas dúvidas sobre o projeto e minha participação, agora ou a qualquer momento.

Declaro que eu li, entendi e concordo inteiramente com as informações que me foram apresentadas. Dessa maneira, manifesto livremente a minha vontade em participar deste projeto de pesquisa.

Para questões relacionadas a este estudo, contate:

Anna Claudia Sentanin (pesquisadora responsável) fone (16)997328284 ou e-mail: annasantanin@gmail.com

Valéria Amorim Pires Di Lorenzo (coordenadora do projeto): fone (16) 3351-8343 ou e-mail: vallorenzo@ufscar.br

São Carlos, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Assinatura do(a) voluntário(a)

---

Ms Ft Anna Claudia Sentanin

Responsável pela pesquisa

---

Profª D<sup>ra</sup> Valeria Amorim Pires Di Lorenzo

Coordenadora do projeto

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS DA UFSCAR (Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos): Rodovia Washington Luiz, Km. 235 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS DA UFSCAR (Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos): Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil. Telefone (16) 3351-8110 ou (16) 3351-8109. Endereço eletrônico: [cephumanos@power.ufscar.br](mailto:cephumanos@power.ufscar.br)

## Appendix II. Initial Assessment



Universidade Federal de São Carlos  
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Departamento de Fisioterapia  
Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória



### FICHA DE AVALIAÇÃO

Data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Avaliador: \_\_\_\_\_ Data da internação: \_\_\_\_\_

#### Dados Pessoais

Nome: \_\_\_\_\_  
Sexo: ( ) M ( ) F Idade: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
E. Civil: \_\_\_\_\_ Profissão \_\_\_\_\_ Endereço: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_  
( ) \_\_\_\_\_ / ( ) \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_  
Prontuário: \_\_\_\_\_ CNS: \_\_\_\_\_ UBS ou USF de referência: \_\_\_\_\_

Diagnóstico: \_\_\_\_\_ Médico: \_\_\_\_\_

#### Anamnese

##### Queixa Principal:

\_\_\_\_\_

##### História Progressiva:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

##### História da Moléstia Atual:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Última Exacerbação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Última Internação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Internações no último ano: \_\_\_\_\_

##### Medicamentos de Rotina e do Hospital:

Nome	Classificação	Dosagem	No. vezes ao dia

**Tabagismo:** ( ) S ( ) N - Maços: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_  
 Maços/ano: \_\_\_\_\_  
 Parou?: ( ) S ( ) N Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

**Antecedentes Familiares:** ( ) Bronquite ( ) Asma ( ) Rinite ( ) Nenhum

### EXAME FÍSICO

**Antropometria:** Altura: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_

**Tosse:** ( ) S ( ) N **Secreção:** ( ) S ( ) N

**Aspecto:** \_\_\_\_\_

**Tipo Respiratório:** ( ) Costal ( ) Diafragmático ( ) Misto ( ) Apical  
 ( ) Paradoxal

**Tipo de Tórax:** ( ) Normal ( ) Barril ( ) Quilha ( ) Escavado ( )  
 Outro: \_\_\_\_\_

**Deformidades Posturais:** \_\_\_\_\_

**FR rep:** \_\_\_\_\_ **FC rep:** \_\_\_\_\_ **SpO<sub>2</sub> rep:** \_\_\_\_\_ **PA rep:** \_\_\_\_\_  
**Ausculta Pulmonar:** \_\_\_\_\_

#### Força Muscular Respiratória:

---	PIMáx	PEMáx
<b>Predito</b>		
<b>Verificado</b>	/ /	/ /
<b>% Predito</b>		

#### Força Muscular Periférica de Quadríceps

---	MID	MIE
<b>Pico de Força</b>	/ /	/ /
<b>Tempo</b>	/ /	/ /

### Appendix III. Record of Physical Activity Level - Actigraph



Universidade Federal de São Carlos  
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Departamento de Fisioterapia  
Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória



#### NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA – ACTÍGRAFO

Nome do paciente: \_\_\_\_\_

Contato: ( ) \_\_\_\_\_ Data da Exacerbação: \_\_/\_\_/\_\_ Data da alta: \_\_/\_\_/\_\_

-Avaliação 1º contato

Número do aparelho: \_\_\_\_\_

Colocado: \_\_/\_\_/\_\_ às \_\_h\_\_

Retirado: \_\_/\_\_/\_\_ às \_\_h\_\_

INTERCORRÊNCIAS:

---



---



---

-Avaliação 1 mês após a alta hospitalar

Número do aparelho: \_\_\_\_\_

Colocado: \_\_/\_\_/\_\_ às \_\_h\_\_

Retirado: \_\_/\_\_/\_\_ às \_\_h\_\_

INTERCORRÊNCIAS:

---



---



---

( ) NOVA EXACERBAÇÃO: \_\_\_\_\_

( ) NOVA INTERNAÇÃO: \_\_\_\_\_

( ) ÓBITO: \_\_\_\_\_

MEDICAMENTOS:

---



---

---

---

-Avaliação 3 meses após a alta hospitalar

Número do aparelho: \_\_\_\_\_

Colocado: \_\_/\_\_/\_\_\_\_ às \_\_h\_\_

Retirado: \_\_/\_\_/\_\_\_\_ às \_\_h\_\_

**INTERCORRÊNCIAS:**

---

---

---

---

( ) **NOVA EXACERBAÇÃO:** \_\_\_\_\_

( ) **NOVA INTERNAÇÃO:** \_\_\_\_\_

( ) **ÓBITO:** \_\_\_\_\_

**MEDICAMENTOS:**

---

---

---

---

## Appendix IV. Maximum Ten-Repetition Protocol



Universidade Federal de São Carlos  
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Departamento de Fisioterapia  
Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória



### AVALIAÇÃO – TESTE DE 10 RM

Nome: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ - Idade: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Contato: ( ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_; ( ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_; ( ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Data da avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ - Início: \_\_\_\_h\_\_\_\_ Término: \_\_\_\_h\_\_\_\_

( ) Exacerbado ( ) Estável Data da última exacerbação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Temperatura ambiente: \_\_\_\_\_°C Umidade Relativa do Ar: \_\_\_\_\_%

Medidas:

	MID	MIE
Comprimento do Membro (cm)		
Comprimento Anterior (cm)		
Comprimento Posterior (cm)		
Comprimento Máximo (cm)		
Ajuste da Argola (n° de furos)		

Teste de 10RM:

BORG		Compensação						
		Dispneia	Fadiga	FC	SpO <sub>2</sub>	PA	Repetição	Tipo
Repouso								
Amarela		D						
		E						

Vermelha	D							
	E							
Verde	D							
	E							
Azul	D							
	E							
Preta	D							
	E							
Recuperação								

Faixa ideal: MID - \_\_\_\_\_; MIE - \_\_\_\_\_.







D6: _____								
1 <sup>a</sup> série MID								PAi:
2 <sup>a</sup> série MID								PAf:
3 <sup>a</sup> série MID								
1 <sup>a</sup> série MIE								
2 <sup>a</sup> série MIE								
3 <sup>a</sup> série MIE								
D7: _____								
1 <sup>a</sup> série MID								PAi:
2 <sup>a</sup> série MID								PAf:
3 <sup>a</sup> série MID								
1 <sup>a</sup> série MIE								
2 <sup>a</sup> série MIE								
3 <sup>a</sup> série MIE								

30 dias: \_\_\_\_\_

3 meses: \_\_\_\_\_

## ATTACHMENTS

## Attachment I. Ethics Committee approval

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SÃO CARLOS/UFSCAR

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Efeitos da Reabilitação Precoce no nível de Atividade Física da Vida Diária em pacientes com DPOC exacerbado

**Pesquisador:** Anna Claudia Sentanin

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 51088115.3.0000.5504

**Instituição Proponente:** Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.484.761

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235

**Bairro:** JARDIM GUANABARA

**CEP:** 13.565-905

**UF:** SP

**Município:** SAO CARLOS

**Telefone:** (16)3351-9883

**E-mail:** cephumanos@ufscar.br

**Attachment II. Submission Confirmation of Manuscript I in Physiotherapy  
periodic**

Dear Ms. Sentanin,

Your submission entitled "INTRA- AND INTER-RATER RELIABILITY OF PORTABLE DYNAMOMETRIC STRENGTH TESTING IN COPD SUBJECTS AND THEIR TOLERANCE TO PROCOL" has been received by Physiotherapy

You may check on the progress of your paper by logging on to the Elsevier Editorial System as an author. The URL is <https://ees.elsevier.com/physi/>.

Your username is: [annasantanin@gmail.com](mailto:annasantanin@gmail.com)

If you need to retrieve password details, please go to: [http://ees.elsevier.com/PHYST/automail\\_query.asp](http://ees.elsevier.com/PHYST/automail_query.asp).

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Elsevier Editorial System

## Attachment III. Submission Confirmation of Manuscript II in Respiratory Care periodic

# Submission Confirmation

[Print](#)

---

Thank you for your submission

---

**Submitted to**  
Respiratory Care

**Manuscript ID**  
RC-06951

**Title**  
ELASTIC-RESISTANCE TRAINING IN HOSPITALIZED PATIENTS DUE TO COPD EXACERBATION:  
SHORT AND LONG-TERM EFFECTS IN PHYSICAL ACTIVITY LEVEL, HOSPITAL DAYS AND MUSCLE  
STRENGTH

**Authors**  
Sentanin, Anna  
Mendes, Renata  
de Facio, Carina  
Sousa, Fernanda  
Kabbach, Erika  
Di Lorenzo, Valeria Amorim

**Date Submitted**  
07-Feb-2019