

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PNEUMOLÓGICAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Avaliação da força evocada de pacientes críticos após alta da unidade de
terapia intensiva

ALINE FELICIO BUENO

PORTO ALEGRE, 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PNEUMOLÓGICAS

Avaliação da força evocada de pacientes críticos após alta da unidade de
terapia intensiva

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós Graduação
em Ciências Pneumológicas,
Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, como requisito
parcial para o título de Mestre.

ORIENTADOR: Prof. Dr. ALEXANDRE SIMÕES DIAS

PORTO ALEGRE, 2019.

CIP - Catalogação na Publicação

Felicio Bueno, Aline

Avaliação da força evocada em pacientes críticos após alta da unidade de terapia intensiva / Aline

Felicio Bueno. -- 2019.

43 f.

Orientador: Alexandre Simões Dias.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Unidade de Terapia Intensiva. 2. Força muscular. 3. Funcionalidade. I. Simões Dias, Alexandre, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha filha, Esther, que nasceu junto com a conclusão desta etapa acadêmica, me acompanhando nas coletas durante a gestação.

AGRADECIMENTOS

À minha família, obrigada por nunca medir esforços e sempre me incentivarem a buscar uma educação de qualidade, principalmente na área onde mais sou feliz de estar atuando, a Fisioterapia. Meus pais, Tranquila Helena Copini Bueno e José Luiz Felício Bueno, meus Esteios na vida.

Ao meu marido, Bruno Ingrassia Pereira, alguém que conheço há muitos anos, mas que somente há 2 estamos juntos dividindo não só o mesmo teto mas também o dia-a-dia e uma família com nossa filha. Obrigada por nunca me deixar desistir, nunca deixar uma dificuldade vencer, por sempre me buscar e me levar nos inúmeros compromissos, por me ensinar muitas coisas sobre a vida e por me incentivar a seguir em frente com o projeto. Tu és o grande responsável por uma fase importante de amadurecimento nestes 2 anos, tanto com minhas responsabilidades quanto por me tornar uma pessoa melhor, mais gentil, sábia e compreensiva comigo mesma e com os outros.

Ao meu orientador, Fábio Cangeri Di Naso, que me apoiou na realização deste projeto, por conversar comigo, me incentivar e por sempre me dar autonomia para tomar decisões. Obrigada pela atenção e respeito comigo, principalmente no momento de minha gestação durante o mestrado, por participar de coletas para me ajudar a carregar equipamentos pesados, por me tranquilizar o sobre minha saúde estar acima de prazos e que tudo sempre se resolveria. Também os Professores Marco Aurélio Vaz, por confiar em mim e me apoiar na utilização dos equipamentos de um projeto maior que ele idealizou e aos Professores Alexandre Simões Dias e Graciele Sbruzzi, colaboradores deste projeto.

Aos meus colegas de mestrado, principalmente ao Matias Frohlich por ser o carro-chefe deste projeto, pela dedicação e paciência durante todos os anos que já estamos envolvidos em fases de testes, coletas piloto, treinamentos de equipe e inúmeras reuniões. Obrigada por me ensinar tudo que sabe, és um verdadeiro professor, admiro muito teu trabalho e também tu como pessoa, nos tornamos grandes amigos. Às bolsistas, à Caroline Lunghi e à Bruna Viana, mas principalmente à Elisa Marson, pela presença constante, o apoio e o braço forte.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	7
LISTA DE TABELAS E FIGURAS.....	8
RESUMO	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUÇÃO	10
REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
JUSTIFICATIVA	15
OBJETIVOS.....	16
Objetivo geral.....	16
Objetivos específicos.....	16
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
ARTIGO CIENTÍFICO.....	23
Avaliação do torque evocado de pacientes críticos após alta da unidade de terapia intensiva.....	23
CONCLUSÕES.....	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
APÊNDICE 1	42

LISTA DE ABREVIATURAS

CEP – Comitê de Ética e Pesquisa

CONEP – Comitê Nacional de Ética em Pesquisa

CVMI – Contração voluntária máxima isométrica

DPOC – Doença pulmonar obstrutiva crônica

EENM – Estimulação elétrica neuromuscular

FPP – Força de preensão palmar

HCPA – Hospital de Clínicas de Porto Alegre

IMC – Índice de massa corporal

Kg - Kilograma

KgF – Kilograma força

mA – Miliampere

MRC – Medical Research Council

PERME – Escala de mobilidade da unidade de terapia intensiva

SPSS – Statistical Package for the Social Sciences for Windows

TCLE – Termo de compromisso livre e esclarecido

TSL – Teste de sentar e levantar

UFGRS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UTI – Unidade de terapia intensiva

VMI – Ventilação mecânica invasiva

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Artigo científico:

Tabela 1. Caracterização da amostra e resultados dos testes.

Tabela 2. Correlação entre a CVMI dos sujeitos e os demais testes e valores de p.

RESUMO

Introdução: A unidade de terapia intensiva (UTI) é um ambiente de internações onde o paciente crítico pode necessitar de ventilação mecânica invasiva (VMI) e permanecer imobilizado desenvolvendo fraqueza muscular. Um obstáculo para avaliação da força muscular é a colaboração do paciente, sendo o twitch test uma alternativa, utilizando corrente elétrica entregue em pulsos que geram contrações musculares involuntárias. Objetivo: Avaliar a força evocada de pacientes críticos e correlacionar com a força voluntária e com a funcionalidade após alta da UTI do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) (CAEE nº77987317.1.0000.5327). Métodos: 22 pacientes (14♂ e 8♀; idade: 62±10,93 anos). Os testes foram aplicados nas unidades de enfermaria do HCPA no momento de alta da UTI dos pacientes. Os participantes realizaram três contrações voluntárias máximas isométricas (CVMIs) dos extensores de joelho, em decúbito dorsal sobre uma maca (joelho 90° e quadril 60° de flexão). Foi utilizado um sistema de dinamometria instrumentado com uma célula de carga fixada ao tornozelo e conectada a um sistema de aquisição de dados (Miotool, Miotec, Brasil). Foi utilizado o maior valor de força das três repetições. O *Twitch test* (Frequência=1Hz e duração de pulso=1ms) foi aplicado utilizando-se eletrodos de silicone (13cm x 5cm) posicionados proximalmente sobre o ponto motor do músculo quadríceps femoral e sobre sua extremidade distal. A média obtida da força produzida por três contrações foi calculada para determinar o desempenho no teste. Adicionalmente, foi avaliada a força de preensão palmar (FPP), escala de força da *Medical Research Council* (MRC) e a Escala Funcional de Perme no momento da alta da UTI. Para a análise estatística os dados foram apresentados através de média e desvio padrão, o teste t para comparação entre grupos e teste de correlação de Pearson foram utilizados ($p \leq 0,05$). Resultados: O tempo médio de internação na UTI para os pacientes foi de 8±22,31 dias, a mediana do tempo de VM foi de 120hs (24; 204), e o tempo médio de sedação foi de 48±290,15 h. O desempenho funcional obtido através da escala de Perme no momento da alta foi de 16,68±6,62. A média de CVMi foi de 14,28±6,7kgF e a média do *Twitch test* foi de 3,28±2,09KgF. O *Twitch test* representou uma média de 21,85±14,54% da CVM dos pacientes. Houve uma correlação muito forte entre a força evocada pelo *Twitch test* e a

CVMI ($r=0,947$; $p=0,0001$) e correlações entre a CVMI e a Escala de Perme ($r=0,557$; $p=0,011$), força de preensão palmar ($r=0,765$; $p=0,0001$) e força avaliada pela escala MRC ($r=0,706$; $p=0,0001$). Conclusão: A CVMI e o *Twitch test* podem ser utilizados para avaliação de força voluntária e evocada em pacientes pós alta da UTI, possibilitando a avaliação e o acompanhamento do desfecho clínico do paciente crítico.

Palavras-chave: Unidades de terapia intensiva; força muscular; fisioterapia.

ABSTRACT

Introduction: The intensive care unit (ICU) is an inpatient setting where the critically ill patient may require invasive mechanical ventilation (IMV) and remain immobilized developing muscle weakness. One obstacle to assessing muscle strength is patient collaboration, with the twitch test being an alternative, using electrical current delivered to pulses that generate involuntary muscle contractions. Objective: To evaluate the evoked force of critically ill patients and correlate with voluntary force and functionality after discharge from the ICU of the Hospital de Clinicas de Porto Alegre (HCPA) (CAEE No.77987317.1.0000.5327). Methods: 22 patients (14♂ and 8♀; age: 62 ± 10.93 years). The tests were performed at the HCPA ward units at the time of discharge from the patients' ICU. Participants performed three maximal voluntary isometric contractions (CVMI) of the knee extensors, supine on a stretcher (knee 90° and hip 60° flexion). An instrumented dynamometry system with a load cell attached to the ankle and connected to a data acquisition system (Miotool, Miotec, Brazil) was used. The highest strength value of the three repetitions was used. Twitch test (Frequency = 1Hz and pulse duration = 1ms) was applied using 13cm x 5cm silicone electrodes positioned proximally over the quadriceps femoral muscle motor point and over its distal extremity. The average force produced by three contractions was calculated to determine test performance. Additionally, the handgrip strength (FPP), the Medical Research Council (MRC) strength scale and the Perme Functional Scale at ICU discharge were evaluated. For statistical analysis data were presented as mean and standard deviation, t-test for comparison between groups and Pearson's correlation test were used ($p \leq 0.05$). Results: The

average length of ICU stay for patients was 8 ± 22.31 days, the median time to MV was 120 hours (24; 204), and the average sedation time was 48 ± 290.15 hours. . The functional performance obtained through the Perme scale at discharge was 16.68 ± 6.62 . The mean CVMI was $14.28 \pm 6.7\text{kgF}$ and the mean of the Twitch test was $3.28 \pm 2.09\text{KgF}$. The Twitch test represented an average of $21.85 \pm 14.54\%$ of the patients' CVM. There was a very strong correlation between the strength evoked by the Twitch test and the CVMI ($r = 0.947$; $p = 0.0001$) and correlations between the CVMI and the Perme Scale ($r = 0.557$; $p = 0.011$), handgrip strength. ($r = 0.765$; $p = 0.0001$) and strength assessed by the MRC scale ($r = 0.706$; $p = 0.0001$). Conclusion: The CVMI and the Twitch test can be used for voluntary and evoked strength assessment in patients discharged from the ICU, allowing the evaluation and monitoring of the clinical outcome of critically ill patients.

Key words: intensive care units, muscle strength, physical therapy specialty

INTRODUÇÃO

As internações nas Unidades de Terapia Intensiva (UTI) ocorrem em caso de doença crítica e geralmente são decorrentes de instabilidades clínicas e/ou admissões cirúrgicas que necessitam monitorização contínua e suporte ventilatório, que muitas vezes pode ser fornecido de maneira invasiva através dos ventiladores mecânicos^{1,2}. Apesar dos benefícios da ventilação mecânica invasiva (VMI), os pacientes não estão isentos de complicações.

Minimizar o comprometimento funcional tem se mostrado como um dos principais objetivos no manejo do paciente crítico durante sua internação na UTI até o momento da alta da unidade e/ou hospitalar. O avanço tecnológico aplicado neste ambiente permitiu um aumento da expectativa de vida e do número de sobreviventes, além de gerar uma melhora na qualidade de vida e na funcionalidade após estes receberem alta da unidade ou até mesmo após a alta hospitalar³⁻⁵. Neste sentido, os fatores que causam maior impacto na funcionalidade desses pacientes são o tempo de internação na UTI e o tempo de ventilação mecânica⁶.

Dentre as alterações que ocorrem em função do uso da VMI e da permanência na UTI, a perda de massa muscular é um dos problemas mais comuns desses pacientes⁷⁻⁹. Em 2008, Gruther et al, encontrou, por meio de ultrassonografia, que a perda de massa muscular nos pacientes críticos é consideravelmente maior do que em todas as outras populações de pacientes, especialmente nas primeiras 2 a 3 semanas¹⁰⁻¹⁴. Já foi demonstrado que em apenas 7 dias de repouso no leito já ocorre uma redução de 30% da força muscular, podendo ocorrer uma perda adicional de 20% da força restante a cada semana¹⁵.

Existem algumas limitações para a implantação de estratégias de avaliação de força muscular voluntária nesses pacientes, devido ao estado de sedação que muitos se encontram para o tratamento da condição aguda de doença, tornando um desafio determinar o real *status* funcional dos pacientes no momento de admissão na UTI. Tendo em vista essa dificuldade, o *Twitch test*, um teste de força evocada, se apresenta como uma alternativa, constituindo-se de um teste que utiliza corrente elétrica entregue em pulsos que geram contrações musculares involuntárias nos pacientes, sendo possível

mensurar a força gerada por essas contrações quando acoplado a um sistema de dinamometria.

REFERENCIAL TEÓRICO

Paciente crítico e unidade de terapia intensiva

Pacientes internados em UTI, após a fase aguda de uma doença crítica, apresentam déficits de força e perda de massa muscular¹⁶⁻¹⁸. Esta condição é denominada de fraqueza adquirida na UTI, caracterizada como uma doença neuromuscular que apresenta associação com o tempo de permanência em VMI, e com prolongação no processo de desmame deste suporte, sugerindo uma possível relação entre a musculatura periférica e a capacidade neuromuscular respiratória¹⁹. Devido à dificuldade da definição e classificação dessas desordens, este quadro, quando detectado nesses pacientes, torna difícil identificar uma etiologia plausível além da própria condição crítica²⁰.

Entre os fatores que tornam comum o achado de disfunção muscular nos pacientes internados em UTI's, estão a inatividade (repouso prolongado no leito), inflamação crônica, utilização de agentes farmacológicos (corticosteróides, relaxantes musculares, bloqueadores neuromusculares, antibióticos), e a presença de síndromes neuromusculares associadas ao estado crítico do paciente²¹. Todos esses fatores contribuem para um declínio funcional, bem como ao aumento da mortalidade^{22,23}.

Os avanços no manejo dos pacientes da UTI permitem um aumento considerável das taxas de sobrevivência para esta população^{24,25}. Contudo, as complicações a longo prazo tornam-se evidentes após estadias longas em centros de cuidados intensivos, com possível desenvolvimento de déficits funcionais e necessidade de reabilitação prolongada^{15,26,27}.

Uma das limitações para a implantação de estratégias que previnam a perda de força e de massa muscular na UTI é a não colaboração do paciente, pois muitas vezes este se apresenta em coma e/ou sedado devido à fase aguda da doença. A EENM, neste sentido se mostra bastante útil na UTI, tendo em vista a necessidade de uma estratégia que permita induzir a contração do músculo esquelético, promovendo a manutenção da força e a capacidade de

resistência destes pacientes que apresentam perdas mais rápidas do que em outras condições clínicas e estão incapazes de realizar movimento ativo²⁸.

Avaliação do status funcional

O impacto sobre a capacidade de realizar atividades da vida diária, o retorno ao trabalho e o funcionamento social podem reduzir a qualidade de vida. Um *Follow-up* de estudos identificou que os sobreviventes têm relatado limitações na função física, deficiências cognitivas e problemas psicológicos^{29,30}. Estes fatores podem aumentar de forma considerável a duração de tratamentos de reabilitação pós-UTI provocar graves alterações sociais, psicológicas e consequências econômicas na vida desses indivíduos.

Os efeitos da imobilidade podem permanecer por anos após a alta da UTI, como mostra Iwashyna e cols. (2010) que encontraram declínios na função física e função cognitiva que persistiram por pelo menos oito anos³¹. Ainda, Herridge e cols. (2003) encontraram que em cinco anos após a alta da UTI, todos os pacientes relataram fraqueza subjetiva, diminuição da capacidade de exercício em comparação com antes da admissão e após 12 meses somente 49% dos sobreviventes haviam retornado ao trabalho³².

A diminuição da funcionalidade pode ser avaliada de diferentes maneiras. No ambiente hospitalar, a utilização de instrumentos para avaliação do desempenho físico dos pacientes tem importância, principalmente quando o mesmo é preditor de consequências negativas e pode indicar a necessidade de intervenções específicas^{33,34}. Uma avaliação precisa da funcionalidade desses pacientes, considerando-se as variáveis as quais eles foram sujeitos durante a internação, pode auxiliar nas decisões acerca do seu prognóstico e também nortear o seu tratamento, de maneira que os mesmos sejam reinseridos na sociedade de uma forma mais efetiva e saudável.

Existem atualmente 26 instrumentos publicados que pretendem avaliar a função em pacientes de UTI³⁵. No entanto, poucos desses instrumentos foram desenvolvidos e validados para avaliar a função e / ou mobilidade em pacientes de UTI. Além da própria condição da doença crítica, há condições extrínsecas ao paciente que afetam a mobilidade do paciente no leito, como a presença de acessos, linhas e drenos, que podem ser interpretados como barreiras à mobilidade, e muitas vezes não são considerados na maioria dos

instrumentos³⁵. Levando em conta tais limitações, Perme et al (2014)³⁶ desenvolveram um instrumento específico para medir a melhora no estado de mobilidade, com vistas a padronizar a avaliação dos pacientes da UTI - a Escala de Mobilidade da Unidade de Terapia Intensiva de Perme é um instrumento que mede objetivamente o estado de mobilidade dos pacientes em UTI, começando pela habilidade de seguir comandos e culminando na distância percorrida em dois minutos. Recentemente, no final do ano de 2016, a escala PERME foi traduzida e validada para o uso no Brasil³⁶.

Avaliação da força muscular

Uma avaliação válida e reprodutível da força fornece uma importante informação sobre a condição muscular³⁷. A fraqueza muscular frequentemente é a causa de limitações funcionais, e a inclusão de medidas de força muscular é fundamental para determinar o progresso de um programa de reabilitação³⁷⁻⁴¹.

A avaliação da força muscular é testada através de diferentes metodologias, que variam desde testes manuais de graduação da força (que são simples de realizar, mas apresentam imprecisão) até testes mais complexos, porém mais caros, em dinamômetros isocinéticos. Atualmente, os estudos sobre os testes de força muscular têm como foco principal avaliar a musculatura que envolve o joelho. Nestes estudos, a grande variação na forma como o teste é realizado no que diz respeito à posição de teste, amplitude de movimento, estabilização do sujeito, leva a discrepâncias na reprodutibilidade do torque mensurado⁴².

A dinamometria manual é um método quantitativo de mensuração da força muscular. O dinamômetro manual é um dispositivo que é colocado entre a mão do avaliador e o segmento do sujeito avaliado. Ele fornece uma medida quantitativa da força muscular (em newtons, quilogramas ou pounds)⁴³ e suas vantagens estão na facilidade em utilizá-lo em qualquer ambiente, no custo relativamente baixo (em torno de 3 a 4.000 reais), na portabilidade e na pouca habilidade necessária para operá-lo^{43,44}.

JUSTIFICATIVA

A fraqueza muscular pode ser um preditor independente de mortalidade em muitas populações. Existe um interesse particular na terapia intensiva sobre esse assunto tendo em vista que pacientes críticos possuem risco de desenvolver anormalidades neuromusculares, dentre elas, fraqueza muscular adquirida na UTI. Para que ocorra um atendimento adequado dentro da condição clínica de cada paciente crítico onde se possa minimizar as consequências desse período de internação na pós alta do paciente da unidade, se faz necessária uma avaliação precisa do grau de força e de funcionalidade que este apresenta, sendo assim possível direcionar as intervenções a esses pacientes de acordo com suas particularidades.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar a força evocada de pacientes críticos após a alta da unidade de terapia intensiva do Hospital de Clínicas de Porto Alegre e comparar com um grupo controle.

Objetivos específicos

- Avaliar a força muscular dos extensores do joelho direito através do pico de torque produzido por meio de corrente entregue em forma de pulso (*Twitch test*) e também por meio de contração voluntária máxima, no momento da alta da UTI para os pacientes, quando estes já estiverem no quarto de enfermaria;
- Avaliar o status funcional através da escala PERME dos pacientes no momento da alta da UTI;
- Avaliar a força muscular periférica através das escalas *Medical Research Council* (MRC) e força manual pelo teste de preensão palmar através de um dinamômetro de mão;
- Correlacionar os níveis de força voluntária máxima e evocada dos extensores de joelho geradas pelos pacientes;

- Correlacionar os níveis de força voluntária máxima e evocada dos extensores de joelho com a força muscular periférica avaliadas pelo MRC e teste de preensão palmar gerada pelos pacientes;
- Correlacionar o desempenho na escala PERME dos pacientes com os níveis de força voluntária máxima e evocada gerados pelos pacientes e também com a força muscular periferia avaliadas pelo MRC e pelo teste de preensão palmar;
- Descrever as variáveis: gênero, idade, IMC, e para os pacientes o diagnóstico médico, o tempo de ventilação mecânica, o tempo de desmame e tempo de internação na UTI em dias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomized controlled trial. *Lancet*. 2009;373(9678):1874-82.
2. Roupie E, Lepage E, Wysocki M, Fagon JY, Chastre J, Dreyfuss D, et al. Prevalence, etiologies and outcome of the acute respiratory distress syndrome among hypoxemic ventilated patients. SRLF collaborative group on mechanical ventilation. *Société de Reanimation de Langue Française. Intensive Care Med*. 1999; 25(9): 920-9.
3. Hough CL, Henrridge MS, Long-term outcome after acute lung injury. *Curr Opin Crit Care*. 2012;18(1):8-15.
4. Bienvenu OJ, Colantuoni E, Mendez-Tellez PA, Dinglas VD, Shanholtz C, Husain N, et al. Depressive symptoms and impaired physical function after acute lung injury: a 2-year longitudinal study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;85(5):517-24.
5. Kahn JM, Angus DC. Health policy and future planning for survivors of critical illness. *Curr Opin Crit Care*. 2007;13(5):514-8.

6. Curzel J, Forgiarini LA, Rieder MM. Avaliação da independência funcional após alta da unidade de terapia intensiva. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2013;25(2):93-8.
7. Helliwell TR, Coakley JH, Wagenmakers AJ, Griffiths RD, Campbell IT, Green CJ, McClelland P, Bone JM. Necrotizing myopathy in critically ill patients. *J Pathol*. 1991; 164(4): 307-14.
8. Helliwell TR, Wilkinson A, Griffiths RD, McClelland P, Palmer TE, Bone JM. Muscle fiber atrophy in critically ill patients is associated with the loss of myosin filaments and the presence of lysosomal enzymes and ubiquitin. *Neuropathol Appl Neurobiol*. 1998; 24(6): 507-17.
9. Manning EM, Shenkin A. Nutritional assessment in the critically ill. *Crit Care Clin*. 1995; 11(3): 603-34.
10. Gruther W, Benesch T, Zorn C, Paternostro-Sluga T, Quittan M, Fialka-Moser V, Spiss C, Kainberger F, Crevenna R. Muscle wasting in intensive care patients: ultrasound observation of the M. quadriceps femoris muscle layer. *J Rehabil Med*. 2008; 40(3): 185–9.
11. Bleakney R, Maffulli N. Ultrasound changes to intramuscular architecture of the quadriceps following intramedullary nailing. *J Sports Med Phys Fitness*. 2002; 42(1): 120-5.
12. Gibson JN, Smith K, Rennie MJ. Prevention of disuse muscle atrophy by means of electrical stimulation: maintenance of protein synthesis. *Lancet*. 1988; 1(2): 767-70.
13. Kawakami Y, Muraoka Y, Kubo K, Suzuki Y, Fukunaga T. Changes in muscle size and architecture following 20 days of bed rest. *J Gravit Physiol*. 2000; 7(3): 53-9.
14. Ohata K, Tsuboyama T, Ichihashi N, Minami S. Measurement of muscle thickness as quantitative muscle evaluation for adults with severe cerebral palsy. *Phys Ther*. 2006;86(9): 1231-9.

15. Sibinelli M, Maioral DC, Falcão ALE, Kosour C, Dragosavac D, Lima NMV. Efeito imediato do ortostatismo em pacientes internados na unidade de terapia intensiva de adultos. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2012; 24(1): 64-70.
16. Latronico N, Bolton CF. Critical illness polyneuropathy and myopathy: a major cause of muscle weakness and paralysis. *Lancet neurol*. 2011; 10: 931–41.
17. De Jonghe B, Lacherade JC, Sharshar T, Outin H. Intensive care unit-acquired weakness: risk factors and prevention. *Crit Care Med*. 2009; 37(10): S309-15.
18. De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Sharshar T, Ountin H, Brochard L. Does ICU-acquired paresis lengthen weaning from mechanical ventilation? *Intensive Care Med*. 2004; 30: 1117-21.
19. Stevens RD, Marshall SA, Cornblath DR, Hoke A, Needham DM, de Jonghe B, Ali NA, Sharshar T. A framework for diagnosing and classifying intensive care unit-acquired weakness. *Crit Care Med*. 2009; 37(Suppl. 10): S299–308.
20. Nordon-Craft A, Moss M, Quan D, Schenkman M. Intensive care unit-acquired weakness: implications for physical therapist management. *Phys Ther*. 2012; 92(12): 1494–506.
21. Chen Y, Lin H, Hsiao H, Chou L, Kao K, Huang C, et al. Effects of exercise training on pulmonary mechanics and functional status in patients with prolonged mechanical ventilation. *Respir Care*. 2012;57(5):727-34.
22. Clini EM, Crisafulli E, Antoni FD, Beneventi C, Trianni L, Costi S, et al. Functional recovery following physical training in tracheotomized and chronically ventilated patients. *Respir Care*. 2011;56(3):306-13.
23. Girard TD, Kress JP, Fuchs BD, Thomason JW, Schweickert WD, Pun BT, Taichman DB, Dunn JG, Pohlman AS, Kinniry PA, Jackson JC, Canonico AE, Light RW, Shintani AK, Thompson JL, Gordon SM, Hall JB, Dittus RS, Bernard GR, Ely EW. Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care

(Awakening and Breathing Controlled trial): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2008; 12(371): S126-34.

24. Kress JP, Pohlman AS, O'Connor MF, Hall JB. Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation. *N Engl J Med*. 2000; 342(20): 1471-7.

25. De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Durand MC, Malissin I, Rodrigues P, Cerf C, Outin H, Sharshar T, Group de Réflexion et d'Etude des Neuromyopathies en Réanimation. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness. *Crit Care Med*. 2007; 35(9): 2007-15.

26. ALI NA, O'Brien JM Jr, Hoffmann SP, Phillips G, Garland A, Finley JC, Almoosa K, Hejal R, Wolf KM, Lemeshow S, Connors AF Jr, Marsh CB, Midwest Critical Care Consortium. Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2008; 178(3): 261–8.

27. Needham DM, Korupolu R, Zanni JM, Pradhan P, Colantuoni E, Palmer JB, Brower RG, Fan E. Early physical medicine and rehabilitation for patients with acute respiratory failure: a quality improvement project. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010; 91(4): 536-42.

28. Snyder-mackler L, Dellito A, Bailey SL, Stralka SW. Strength of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective, randomized clinical trial of electrical stimulation. *J Bone Jt Surg Am*. 1995; 77: 1166–73.

29. Jackson JC, Mitchell N, Hopkins RO. Cognitive functioning, mental health, and quality of life in ICU survivors: an overview. *Crit Care Clin*. 2009; 25(3): 615-28.

30. Iwashyna TJ, Ely W, Smith DM. Long-term cognitive impairment and functional disability among survivors of severe sepsis. *JAMA*. 2010; 304: 1787–94.

31. Herridge MS, Cheung AM, Tansey CM, Matte-Martyn A, Diaz-Granados N, Al-Saidi F, et al. Canadian Critical Care Trials Group: One-year outcomes in

survivors of the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2003; 348: 683-93.

32. Fritz S, Lusardi M. White paper: “walking speed: the sixth vital sign”. *J Geriatr Phys Ther.* 2009;32(2):46–9.

33. Hughes VA, Frontera WR, Roubenoff R, Evans WJ, Singh MA. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr.* 2002;76(2):473–81.

34. Kawaguchi YMF, Nawa RK, Figueiredo TB, Martins L, Pires-Neto RC. Perme Intensive Care Unit Mobility Score and ICU Mobility Scale: translation into Portuguese and cross-cultural adaptation for use in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2016;42(6):429-34.

35. Perme C, Nawa RK, Winkelman C, Masud F. A tool to assess mobility status in critically ill patients: The Perme Intensive Care Unit Mobility Score. *Methodist Debaquey Cardiovasc J.* 2014;10(1):41-9.

36. Wadsworth CT, Krishnan R, Sear M, Harrold J, Nielsen DH. Intrarater reliability of manual muscle testing and hand-held dynamometric muscle testing. *Phys Ther* 1987; 67(9): 1342-7.

37. Hölmich P, Hölmich LR, Bjerg AM. Clinical examination of athletes with groin pain: an intraobserver and interobserver reliability study. *Br J Sports Med* 2004 Aug; 38(4): 446- 51.

38. Thorborg K, Petersen J, Magnusson SP, Hölmich P. Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20(3): 493-501.

39. Maffiuletti NA, Roig M, Karatzanos E, Nanas S. Neuromuscular electrical stimulation for preventing skeletal-muscle weakness and wasting in critically ill patients: a systematic review. *BMC Med* 2013; 11(1): 137

40. Wikholm JB, Bohannon RW. Hand-held Dynamometer Measurements: Tester Strength Makes a Difference. *J Orthop Sports Phys Ther* 1991; 13(4): 191-8.

41. Tourville TW, Smith HC, Shultz SJ, Vacek PM, Slauterbeck JR, Johnson RJ, Beynnon BD. Reliability of a new stabilized dynamometer system for the evaluation of hip strength. *Sports Health* 2013; 5(2): 129-36.
42. Meyer C, Corten K, Wesseling M, Peers K, Simon JP, Jonkers I, Desloovere K. Test- retest reliability of innovated strength tests for hip muscles. *PLoS One* 2013; 8(11): e81149.
43. Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM R* 2011; 3(5): 472-9.
44. Le-Ngoc L and Janssen J. Validity and reliability of a hand-held dynamometer for dynamic muscle strength assessment. *InTech* 2012. DOI: 10.5772/37688.

ARTIGO CIENTÍFICO

Avaliação da força evocada de pacientes críticos após alta da unidade de terapia intensiva

Evoked force evaluation in critical patients after discharge from the intensive care unit

Aline Felicio Bueno¹; Matias Fröhlich²; Bruna de Cássia Viana²; Marco Aurélio Vaz²; Graciele Sbruzzi^{1,2,3}; Fábio Cangeri Di Naso^{1,2,3}; Alexandre Simões Dias^{1,2,3}

¹Post Graduate Program of Pneumological Sciences, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. Address: Ramiro Barcelos, 2350 - Santa Cecília, Porto Alegre - RS, 90035-903.

²School of Physical Education, Physiotherapy and Dance, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. Address: Felizardo, 750, Jardim Botânico, Porto Alegre, RS, 90690-200.

³Physiotherapy Service, Hospital of Clinics de Porto Alegre. Address: Ramiro Barcelos, 2350 - Santa Cecília, Porto Alegre - RS, 90035-903.

Evoked force of patients after discharge from the intensive care unit

Corresponding author: Aline Felicio Bueno St. Sapé, 765/103 – Postal Address 91350-050 - Phone number: +55 51 99750 9958 Porto Alegre/RS- Brazil. E-mail: alinefeliciobueno@gmail.com

RESUMO

Introdução: A unidade de terapia intensiva (UTI) é um ambiente de internações onde o paciente crítico pode necessitar de ventilação mecânica invasiva (VMI) e permanecer imobilizado desenvolvendo fraqueza muscular. Um obstáculo para avaliação da força muscular é a colaboração do paciente, sendo o twitch test uma alternativa, utilizando corrente elétrica entregue em pulsos que geram contrações musculares involuntárias. Objetivo: Avaliar a força evocada de pacientes críticos após alta da UTI do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) (CAEE nº77987317.1.0000.5327). Métodos: 22 pacientes (14♂ e 8♀; idade: 62±10,93 anos). Os testes foram aplicados nas unidades de enfermaria do HCPA no momento de alta da UTI dos pacientes. Os participantes realizaram três contrações voluntárias máximas isométricas (CVMI) dos extensores de joelho, em decúbito dorsal sobre uma maca (joelho 90° e quadril 60° de flexão). Foi utilizado um sistema de dinamometria instrumentado com uma célula de carga fixada ao tornozelo e conectada a um sistema de aquisição de dados (Miotool, Miotec, Brasil). Foi utilizado o maior valor de força das três repetições. O *Twitch test* (Frequência=1Hz e duração de pulso=1ms) foi aplicado utilizando-se eletrodos de silicone (13cm x 5cm) posicionados proximalmente sobre o ponto motor do músculo quadríceps femoral e sobre sua extremidade distal. A média obtida da força produzida por três contrações foi calculada para determinar o desempenho no teste. Adicionalmente, foi avaliada a força de preensão palmar (FPP), escala de força da *Medical Research Council* (MRC) e a Escala Funcional de Perme no momento da alta da UTI. Para a análise estatística os dados foram apresentados através de média e desvio padrão, o teste t para comparação entre grupos e teste de correlação de Pearson foram utilizados ($p \leq 0,05$). Resultados: O tempo médio de internação na UTI para os pacientes foi de 8±22,31 dias, a mediana do tempo de VM foi de 120hs (24; 204), e o tempo médio de sedação foi de 48±290,15 h. O desempenho funcional obtido através da escala de Perme no momento da alta foi de 16,68±6,62. A média de CVMI foi de 14,28±6,7kgF e a média do *Twitch test* foi de 3,28±2,09KgF. O *Twitch test* representou uma média de 21,85±14,54% da CVM dos pacientes. Houve uma correlação muito forte entre a força evocada pelo *Twitch test* e a CVMI ($r=0,947$; $p=0,0001$) e

correlações entre a CVMI e a Escala de Perme ($r=0,557$; $p=0,011$), força de preensão palmar ($r=0,765$; $p=0,0001$) e força avaliada pela escala MRC ($r=0,706$; $p=0,0001$). Conclusão: A CVMI e o *Twitch test* podem ser utilizados para avaliação de força voluntária e evocada em pacientes pós alta da UTI, possibilitando a avaliação e o acompanhamento do desfecho clínico do paciente crítico.

Palavras-chave: Unidades de terapia intensiva; força muscular; fisioterapia.

ABSTRACT

Introduction: The intensive care unit (ICU) is an inpatient setting where the critically ill patient may require invasive mechanical ventilation (IMV) and remain immobilized developing muscle weakness. One obstacle to assessing muscle strength is patient collaboration, with the twitch test being an alternative, using electrical current delivered to pulses that generate involuntary muscle contractions. Objective: To evaluate the evoked force of critically ill patients after discharge from the ICU of the Hospital de Clinicas de Porto Alegre (HCPA) (CAEE No.77987317.1.0000.5327). Methods: 22 patients (14♂ and 8♀; age: 62 ± 10.93 years). The tests were performed at the HCPA ward units at the time of discharge from the patients' ICU. Participants performed three maximal voluntary isometric contractions (CVMI) of the knee extensors, supine on a stretcher (knee 90° and hip 60° flexion). An instrumented dynamometry system with a load cell attached to the ankle and connected to a data acquisition system (Miotool, Miotec, Brazil) was used. The highest strength value of the three repetitions was used. Twitch test (Frequency = 1Hz and pulse duration = 1ms) was applied using 13cm x 5cm silicone electrodes positioned proximally over the quadriceps femoral muscle motor point and over its distal extremity. The average force produced by three contractions was calculated to determine test performance. Additionally, the handgrip strength (FPP), the Medical Research Council (MRC) strength scale and the Perme Functional Scale at ICU discharge were evaluated. For statistical analysis data were presented as mean and standard deviation, t-test for comparison between groups and Pearson's correlation test were used ($p \leq 0.05$). Results: The average length of ICU stay for patients was 8 ± 22.31 days, the median time to MV was 120 hours (24; 204), and the average sedation time was 48 ± 290.15

hours. The functional performance obtained through the Perme scale at discharge was 16.68 ± 6.62 . The mean CVMI was $14.28 \pm 6.7\text{kgF}$ and the mean of the Twitch test was $3.28 \pm 2.09\text{KgF}$. The Twitch test represented an average of $21.85 \pm 14.54\%$ of the patients' CVM. There was a very strong correlation between the strength evoked by the Twitch test and the CVMI ($r = 0.947$; $p = 0.0001$) and correlations between the CVMI and the Perme Scale ($r = 0.557$; $p = 0.011$), handgrip strength. ($r = 0.765$; $p = 0.0001$) and strength assessed by the MRC scale ($r = 0.706$; $p = 0.0001$). Conclusion: The CVMI and the Twitch test can be used for voluntary and evoked strength assessment in patients discharged from the ICU, allowing the evaluation and monitoring of the clinical outcome of critically ill patients.

Key-words: Intensive care units; muscle strength; physical therapy specialty.

INTRODUÇÃO

A Unidade de Terapia Intensiva (UTI) recebe pacientes com doença crítica para internação devido às instabilidades clínicas que demandam monitorização contínua e muitas vezes suporte ventilatório, que pode ser fornecido de maneira invasiva através de ventilação mecânica invasiva (VMI)^{1,2}. Apesar deste ambiente proporcionar amplo cuidado, os pacientes não estão isentos de impactos na funcionalidade, devido à fatores como tempo de internação, tempo de uso de VMI e imobilização necessária para recuperação da doença crítica aguda³.

Uma das alterações mais frequentes do uso da VMI e da permanência na UTI é a perda de massa muscular⁴⁻⁶. Estudos trazem informações obtidas por meio de exame de imagem que demonstram uma perda significativamente maior nesta população do que em outros pacientes⁷, especialmente nos momentos iniciais de imobilização⁸⁻¹¹. Já se sabe que apenas 7 dias de repouso no leito são capazes de causar uma redução de 30% da força muscular, podendo ocorrer uma perda adicional de 20% da força restante a cada semana¹².

Os pacientes com alta da UTI costumam referir, entre outras questões, diminuição na qualidade de vida e os fatores associados à essa redução estão ligados principalmente à menor capacidade funcional de realizar atividades de vida diária¹³. Minimizar o comprometimento funcional através de intervenções de mobilização precoce durante o início da internação na UTI tem se mostrado como um dos principais objetivos no manejo do paciente crítico. Devido aos novos estudos na área, o avanço tecnológico permitiu um aumento da expectativa de vida, do número de sobreviventes e da qualidade e funcionalidade dos pacientes críticos após receberem alta da unidade ou até mesmo após a alta hospitalar¹⁴⁻¹⁶.

Entretanto, ainda existem algumas limitações no sentido de implantar novas estratégias de avaliação de funcionalidade e de força muscular nos pacientes de UTI, já que além da perda de massa muscular e redução da funcionalidade, as complicações da doença crítica, mesmo após sua resolução, podem incluir uma dificuldade de seguir comandos os pacientes, devido à déficits cognitivos. Tendo em vista essa dificuldade, o *Twitch test*, que consiste na aplicação de

pulsos elétricos utilizando uma corrente elétrica em intensidade máxima, se apresenta como uma alternativa, pois este teste é capaz de gerar contrações musculares involuntárias nos pacientes, sendo possível mensurar a força gerada por essas contrações utilizando um sistema de dinamometria¹⁷. Sendo assim, o objetivo deste estudo é avaliar a força evocada em pacientes críticos e correlacionar com a força voluntária e a funcionalidade após a alta da unidade de terapia intensiva.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (CAEE 77987317.1.0000.5327). Este é um estudo observacional transversal e é uma das extensões de um estudo maior intitulado “Desenvolvimento e aplicação de um Estimulador Elétrico Portátil com Biofeedback para o aumento da mobilidade e melhora da funcionalidade neuromuscular de pacientes adultos críticos em Unidade de Terapia Intensiva”, aprovado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP – parecer n°: 1.380.427), pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEP/ UFRGS – parecer n°: 860.748) e pelo Comitê e Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (CEP-HCPA-CAAE: 36588914.4.2003.5327).

A amostra foi composta por conveniência, foram recrutados pacientes críticos no momento que receberam alta da UTI do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, de ambos os sexos, maiores de 18 anos e que tenham permanecido ao menos 24hs em ventilação mecânica invasiva. Todos os participantes foram convidados a ler e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Os testes foram aplicados todos em um único dia.

Foram excluídos os sujeitos que não aceitassem assinar o TCLE, com amputação de membros inferiores, com fratura aguda ou consolidada de membros inferiores, com gravidez ou suspeita, com índice de massa corporal maior ou igual a 35kg/m² e ainda os pacientes que apresentassem déficit cognitivo que dificultasse a compreensão da realização dos testes, que tenham permanecido em suporte ventilatório por doença maligna, que apresentassem doença neuromuscular como Síndrome de Guillain-Barré, que apresentassem quadro de insuficiência cardíaca descompensada, pacientes portadores de

implantes metálicos, lesões de pele como úlceras ou escaras nos locais de aplicação dos eletrodos e de fixação do tornozelo na plataforma de aço inoxidável.

A avaliação realizada pelos participantes foi composta por *Twitch test* dos extensores de joelho (quadríceps), teste de força máxima voluntária do quadríceps, escala de funcionalidade de PERME, escala de força *Medical Research Council* (MRC) e teste de preensão palmar.

Escala de funcionalidade de PERME

Este instrumento compreende 15 itens agrupados em 7 categorias: estado mental; potenciais barreiras à mobilidade; força funcional; mobilidade no leito; transferências; marcha (com ou sem dispositivos auxiliares) e resistência, pontuado de 0 a 32 pontos no total. As categorias avaliam desde o estado de alerta do paciente, passando pela presença de dispositivos invasivos e até a capacidade deste de realizar tarefas de transferência com ou sem auxílio. Neste instrumento, uma alta pontuação indica alta mobilidade e uma diminuição da necessidade de assistência. Em contrapartida, uma pontuação baixa indica baixa mobilidade e maior necessidade de assistência¹⁸.

Escala de Força MRC

Por meio dessa escala, o grau de força de cada grupo muscular é quantificado em valores que variam de 0 (zero) (ausência de contração muscular) a (5) cinco (força muscular normal), sendo avaliada mediante a realização voluntária de seis movimentos específicos bilateralmente: flexão de ombros, flexão de cotovelos, extensão de punhos, flexão de quadril, extensão de joelho e flexão dorsal de tornozelo. A escala total pode compreender valores de 0 a 60. Quando a pontuação do indivíduo for inferior a 48, sendo a média de MRC para cada segmento menor que 4 (quatro) (movimento contra a gravidade) é sugestivo de fraqueza muscular adquirida na UTI¹⁹.

Teste de força de preensão palmar

O teste é realizado utilizando-se um dinamômetro digital posicionado na mão do membro superior dominante do indivíduo que está na postura sentado, com ombro em posição neutra, cotovelo flexionado a 90° e punho em posição

neutra. É solicitado, através de comando verbal, que o indivíduo realize preensão palmar com o máximo de força, registrada em Kg. Após as mensurações de três repetições do teste foi utilizado o maior valor de força encontrado²⁰.

Teste de força voluntária máxima dos extensores do joelho

A capacidade de produção de torque dos músculos extensores do joelho foi avaliada por meio de testes isométricos utilizando-se um sistema de dinamometria desenvolvido especialmente para a avaliação e tratamento de pacientes críticos internados em UTI, que consiste em estrutura construída em aço inoxidável e instrumentada com célula de carga do sistema de aquisição de dados Miotool (Miotec, Brasil) que possui software dedicado. Os sujeitos foram posicionados na maca ou leito de hospital na posição supina, com o membro inferior direito apoiado sobre uma plataforma especial de aço inoxidável com o joelho posicionado em 90° e quadril em 45° de flexão (0° = extensão completa). O membro inferior esquerdo permaneceu estendido sobre a maca ao lado da estrutura de apoio. A plataforma foi instrumentada com uma célula de carga que foi fixada à região do tornozelo dos sujeitos. Em seguida, cada sujeito realizou de duas a três contrações voluntárias máximas isométricas (CVMI), o maior valor de torque registrado durante as três CVMI foi adotado como o torque máximo.

Twitch test dos extensores de joelho

A localização do ponto motor e avaliação do *Twitch test* foram realizados por meio de um estimulador elétrico clínico desenvolvido pelo Laboratório de Engenharia Biomédica do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (Referência CBEB) utilizando-se pares de eletrodos de silicone de 13x5cm, os quais foram posicionados sobre o ponto motor do músculo quadríceps e sobre a porção distal do músculo (a cinco centímetros da borda superior da patela). Para localização do ponto motor foi utilizada uma corrente de frequência de 1Hz, duração de pulso de 100µs e intensidade suficiente para produzir uma contração mensurável, com uma caneta conectada ao eletroestimulador e em contato com a pele através de um gel salino.

Os sujeitos realizaram este teste no mesmo posicionamento descrito para o teste anterior, utilizando-se o mesmo sistema de dinamometria que registra o valor de torque evocado através da aplicação de pulsos simples (Twitchs) com um gatilho manual de corrente bifásica retangular simétrica com duração de pulso de 2 ms (duração de fase = 1ms) e intensidade da corrente máxima do eletroestimulador (~180mA) sobre os músculos extensores do joelho (quadriceps) direito. Os sujeitos foram orientados a permanecerem relaxados durante a aplicação dos pulsos. O valor de força evocada pelos pulsos foi registrado e foi utilizado um valor médio de três contrações.

As variáveis secundárias foram registradas a partir de informações colhidas dos sujeitos e contidas nos prontuários dos pacientes, como idade, peso, altura, IMC, diagnóstico de internação, tempo de internação na UTI, tempo de VMI, tempo de sedação, escala SAPS3 e índice de Charlson calculado a partir das comorbidades descritas nos dados dos pacientes^{21,22}.

Análise estatística

Foi utilizada estatística descritiva através de médias e desvio-padrão, e estatística inferencial através do teste de Levene para verificar a igualdade das variâncias entre os grupos e teste de correlação de Pearson para a correlação entre as variáveis. Todos os dados foram armazenados e analisados no *software Statistical Package for the Social Sciences for Windows (SPSS) 20.0* e nível de significância adotado foi de 5% ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS

A tabela a seguir apresenta uma caracterização da amostra, indicando a quantidade de sujeitos por sexo, a idade média (anos), o valor médio obtido pela escala MRC e pelo teste de preensão palmar (Kg) pelos pacientes, a média da força máxima obtida pela CVMI (KgF) e pelo Twitch test (KgF), o valor percentual médio que o Twitch test representa da força máxima dos sujeitos (Twitch%CVMI) (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização da amostra e resultado dos testes.

	Pacientes (n=25)
Sexo	16 homens e 9 mulheres
Idade (anos)	61,5 ± 10,83
Escala MRC	48 ± 6,84
Força de preensão palmar (Kg)	14,75 ± 7,54
CVMI (KgF)	14,28 ± 6,72
Twitch (KgF)	3,28 ± 2,09
Twitch percentual da CVMI (%)	21,85 ± 14,53

Legenda: MRC: Medical Research Council; CVMI: contração voluntária máxima isométrica; Kg: kilo; KgF: kilograma força.

O tempo médio de internação na UTI para os pacientes foi de 8±22,31 dias, a mediana do tempo de VM foi de 120hs (24; 204), e o tempo médio de sedação foi de 48±290,15 hs. O peso médio dos pacientes foi de 64,5±21,06 kgs, a altura média foi de 168±8,24 cm, o IMC teve média de 23,18±5,55 Kg/m². Já em relação ao desempenho funcional obtido através da escala de Perme no momento da alta os pacientes obtiveram uma média de 15,5±6,22 pontos. Já a média da escala SAPS3 foi de 62±23,3 pontos e a média do Índice de Charlson foi de 4±2,56. Os diagnósticos mais freqüentes como causas das internações dos pacientes foram: respiratórios (2 asma; 3 pneumonias; 2 doença pulmonar obstrutiva crônica exacerbados; 3 insuficiências respiratórias pulmonares agudas; 2 derrames pleurais e 1 edema pulmonar agudo); cardíacas (1 infarto agudo do miocárdio; 1 insuficiência cardíaca descompensada e 1 dissecação de aneurisma de aorta); hepáticos (1 insuficiência hepática aguda e 1 transplante hepático); neurológicos (1 tétano e 1 acidente vascular encefálico) 1 caso de doença de refluxo gástrico esofágico e 1 caso de abscesso tendíneo evoluindo para sepse.

A tabela a seguir apresenta os resultados do teste de correlação da força máxima obtida pela CVMI dos sujeitos e os demais testes realizados (Tabela 2).

Tabela 2. Correlação entre a CVMI dos sujeitos e os demais testes e valores de p.

	CVMI	Valor de r
Twitch test	0,946	0,0001
Twitch%CVMI	-0,041	0,813
MRC	0,668	0,0001
Força de preensão palmar	0,624	0,001
SAPS3	0,20	0,923
PERME	0,587	0,002
Índice de Charlson	-0,324	0,107
Tempo de VMI	-0,59	0,776
Tempo de internação na UTI	-0,70	0,733
Tempo de sedação	0,49	0,811

Legenda: MRC: *Medical Research Council*; VMI: ventilação mecânica invasiva; CVMI: contração voluntária máxima isométrica; UTI: unidade de terapia intensiva.

Houve uma correlação forte entre a força evocada pelo *Twitch test* e a CVMI ($r=0,946$; $p=0,0001$) e correlações entre a CVMI e a Escala de Perme ($r=0,587$; $p=0,002$), a força de preensão palmar ($r=0,624$; $p=0,001$) e a força avaliada pela escala MRC ($r=0,668$; $p=0,0001$).

DISCUSSÃO

O *Twitch test* é uma ferramenta capaz de indicar um valor percentual da força máxima do sujeito, sendo neste caso em torno de 20%. Ainda, o *Twitch test* se correlacionou fortemente com a força máxima dos sujeitos e também se correlacionou com as outras variáveis de força voluntárias tais como a força de preensão palmar e a escala de força por MRC. Sendo assim, o *Twitch test* se mostra uma ferramenta confiável para determinação do nível de força que o paciente apresenta mesmo sem este ter a capacidade de realizar testes de força voluntária, tanto máximos quanto submáximos.

Na tentativa de compreender o comportamento da biomecânica dos extensores de joelho de pacientes críticos internados na UTI, Poulsen et al (2013)¹³ estudou através de contração voluntária máxima isométrica do quadríceps a força máxima, a velocidade de contração e a resistência dessa musculatura. Utilizando um sistema de eletromiografia de superfície e posicionando os indivíduos sentados em uma cadeira com ângulo de flexão de 95° de quadril e de 100° de joelho e um transdutor de força acoplado ao tornozelo fixo à cadeira, encontrou que comparado à indivíduos saudáveis, os pacientes apresentam menor valor de torque produzido ($p=0,003$), mas não apresentaram diferenças quanto à velocidade e a resistência dessa contração, indicando que os danos sofridos por estes pacientes estão predominantemente no tecido muscular e ainda não atingiram o nível de sistema nervoso.

Este estudo é o primeiro descrito na literatura a avaliar o pico de torque evocado de extensão de joelho de pacientes com alta da UTI através do *Twitch test* aplicado no ponto motor do quadríceps. Na tentativa de descrever a força produzida por estimulação elétrica neuromuscular obtendo valores de força objetivos que possam se relacionar com a força máxima do paciente e comparar aos demais testes de força voluntária periférica submáximos. Desta maneira é possível o conhecimento estimado de força de pacientes que não respondem aos testes voluntários, sabendo que o *Twitch test* corresponde à aproximadamente 20% de força máxima daquele paciente que está saindo da UTI, após uma média de 4 dias internado.

Similar a este estudo, recentemente, Laghi et al (2018)¹⁷ estudaram um novo dispositivo de avaliação de força do quadríceps em pacientes ainda em ventilação mecânica na UTI, pacientes ambulatoriais com DPOC e em sujeitos saudáveis através do *Twitch test* aplicado sobre o nervo femoral. O estudo teve entre seus objetivos testar uma plataforma posicionada sob o joelho do paciente que permanecida na posição supina enquanto recebia o estímulo do pulso elétrico, com o tornozelo fixo à uma célula de carga que determinava o valor de força obtido com a contração induzida por torque evocado. Corroborando com os resultados encontrados neste estudo, os autores encontraram uma vantagem em avaliar a força destes pacientes mesmo sem a colaboração para realizar um teste voluntário de força máxima, no caso dos pacientes críticos, mas os valores obtidos com o *Twitch test* apenas dizem

respeito ao quanto o músculo responde ao estímulo, não tendo no estudo de Laghi et al (2018) o valor comparativo de força máxima como foi possível avaliar nos pacientes no momento da alta da UTI, no presente estudo, quando já estão despertos e responsivos. Dessa forma, neste caso o valor de força obtido com o Twitch test pôde ser um indicativo da força total do paciente, que poderia ser utilizado caso este não colaborasse com os testes voluntários.

Os pacientes muitas vezes apresentam um quadro de perda da capacidade de seguir comandos associados a outros danos devido à internação na UTI. Esse déficit pode ser um fator importante para resultados insatisfatórios em testes funcionais, associado à perda de força muscular¹⁷.

Um número substancial de pacientes internados na UTI devido a uma doença aguda, cirurgia complicada, trauma grave ou queimaduras desenvolverá uma nova forma de fraqueza muscular durante a internação na UTI, que é denominada “fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva” (do inglês, ICUAW). Esta síndrome pode ser devido a neuropatia ou miopatia ou ambos. Entre os mecanismos fisiopatológicos subjacentes compreendem alterações microvasculares, elétricas, metabólicas e bioenergéticas, interagindo de forma complexa e culminando na perda de força muscular e/ou atrofia muscular. Esta condição comumente é simétrica, afetando predominantemente os músculos dos membros proximais e os músculos respiratórios. Entre os principais fatores de risco estão a alta gravidade da doença na admissão, a sepse, a falência múltipla de órgãos, imobilidade no leito prolongada e hiperglicemia, e também os pacientes mais velhos têm um risco maior. O papel dos corticosteroides e dos agentes bloqueadores neuromusculares ainda não está claro. Um dos pilares da prevenção para evitar o desenvolvimento da fraqueza muscular é, além do tratamento da doença aguda, a mobilização precoce. Pacientes fracos claramente apresentam piores desfechos clínicos e consomem mais recursos de saúde. A recuperação geralmente ocorre dentro de semanas ou meses, embora possa ser incompleta, com fraqueza persistindo até 2 anos após a alta da UTI. O prognóstico parece estar comprometido quando a causa envolve polineuropatia de doença crítica, enquanto a miopatia isolada pode ter um prognóstico melhor. Além disso, a ICUAW mostrou contribuir para o risco de mortalidade em 1 ano. Pesquisas futuras devem se concentrar em novas

estratégias preventivas e/ou terapêuticas para essa complicação prejudicial de doenças graves e em esclarecer como o uso do ICUAW contribui para o mau prognóstico a longo prazo²³.

O estudo de Patsaki et al (2017)²⁴ avaliou os efeitos de estimular com EENM pacientes críticos com fraqueza muscular adquirida na UTI após estes receberem alta da unidade na força muscular, através da escala MRC e da força de preensão palmar e comparou os indivíduos àqueles que não receberam intervenção e encontrou que a força foi significativamente maior no grupo que recebeu EENM após duas semanas de alta da UTI. Estes resultados indicam que a EENM pode ser uma estratégia eficaz para o ganho de força e pode beneficiar pacientes com fraqueza muscular adquirida na UTI.

O estudo de Dietrich et al (2016)²⁵ avaliou e comparou o status funcional e a força muscular de pacientes idosos jovens (60 a 79 anos) e idosos velhos (>80 anos) durante os primeiros 6 meses após alta da unidade de terapia intensiva. Os métodos utilizados foram a escala MRC e a força de preensão palmar e índice de Barthel e Questionário internacional de atividade física. Foram avaliados 167 idosos jovens e 86 mais velhos e foi encontrado que os indivíduos mais velhos possuem uma necessidade maior de cuidador, possuem menor capacidade funcional, menores níveis de força muscular e foram fisicamente menos ativos.

No sentido de minimizar o comprometimento funcional do paciente que é admitido na UTI, os estudos recentes na área descrevem intervenções de mobilização precoce com resultados significativos na redução da perda de funcionalidade dos pacientes no momento de alta, principalmente se forem aplicadas desde os momentos mais iniciais da internação na unidade¹³. Este avanço no manejo do paciente crítico permitiu um aumento da expectativa de vida, do número de sobreviventes, da qualidade de vida e da funcionalidade até mesmo após a alta hospitalar³⁻⁵. A estimulação elétrica neuromuscular tem sido amplamente utilizada como uma intervenção capaz de ser aplicada em ambos pacientes não responsivos quanto colaborativos. A partir do *Twitch test* abre-se a possibilidade de associar um método de avaliação a um treinamento muscular desses pacientes conhecendo suas respostas de produção de força ao estímulo elétrico e através de um sistema de dinamometria acoplado é possível ajustar a intensidade de corrente até obter um valor desejado de pico

de torque simulando um treinamento progressivo de carga. Desta forma, o paciente incapaz de colaborar com os exercícios de força em um primeiro momento recebe o estímulo adequado para não sofrer mais prejuízos na força e massa muscular devido ao desuso do repouso no leito.

A ausência de um grupo controle comparativo pareado adequadamente por idade com os pacientes da UTI é uma das limitações do estudo para uma comparação do comportamento do *Twitch test* em indivíduos idosos saudáveis, pois o recrutamento desta população é limitado, devido ao deslocamento para o hospital e também pela presença de características nesses indivíduos que muitas vezes limitam a realização dos testes.

CONCLUSÃO

O teste de força evocada pode ser uma ferramenta capaz de indicar um valor em torno de 20% da força máxima dos sujeitos. Sendo assim, o *Twitch test* é uma possibilidade de ferramenta para indicar o nível de força que o paciente apresenta mesmo sem este ter a capacidade de colaborar com a realização de testes de força voluntária máxima e ainda se correlaciona com testes submáximos indicando um quadro geral da força muscular periférica.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS

1. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomized controlled trial. *Lancet*. 2009;373(9678):1874-82.
2. Roupie E, Lepage E, Wysocki M, Fagon JY, Chastre J, Dreyfuss D, et al. Prevalence, etiologies and outcome of the acute respiratory distress syndrome among hypoxemic ventilated patients. SRLF collaborative group on mechanical ventilation. *Société de Réanimation de Langue Française. Intensive Care Med*. 1999; 25(9): 920-9.

3. Curzel J, Forgiarini LA, Rieder MM. Avaliação da independência funcional após alta da unidade de terapia intensiva. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2013;25(2):93-8.
4. Helliwell TR, Coakley JH, Wagenmakers AJ, Griffiths RD, Campbell IT, Green CJ, McClelland P, Bone JM. Necrotizing myopathy in critically ill patients. *J Pathol*. 1991; 164(4): 307-14.
5. Helliwell TR, Wilkinson A, Griffiths RD, McClelland P, Palmer TE, Bone JM. Muscle fiber atrophy in critically ill patients is associated with the loss of myosin filaments and the presence of lysosomal enzymes and ubiquitin. *Neuropathol Appl Neurobiol*. 1998; 24(6): 507-17.
6. Manning EM, Shenkin A. Nutritional assessment in the critically ill. *Crit Care Clin*. 1995; 11(3): 603-34.
7. Gruther W, Benesch T, Zorn C, Paternostro-Sluga T, Quittan M, Fialka-Moser V, Spiss C, Kainberger F, Crevenna R. Muscle wasting in intensive care patients: ultrasound observation of the M. quadriceps femoris muscle layer. *J Rehabil Med*. 2008; 40(3): 185–9.
8. Bleakney R, Maffulli N. Ultrasound changes to intramuscular architecture of the quadriceps following intramedullary nailing. *J Sports Med Phys Fitness*. 2002; 42(1): 120-5.
9. Gibson JN, Smith K, Rennie MJ. Prevention of disuse muscle atrophy by means of electrical stimulation: maintenance of protein synthesis. *Lancet*. 1988; 1(2): 767-70.
10. Kawakami Y, Muraoka Y, Kubo K, Suzuki Y, Fukunaga T. Changes in muscle size and architecture following 20 days of bed rest. *J Gravit Physiol*. 2000; 7(3): 53-9.
11. Ohata K, Tsuboyama T, Ichihashi N, Minami S. Measurement of muscle thickness as quantitative muscle evaluation for adults with severe cerebral palsy. *Phys Ther*. 2006;86(9): 1231-9.
12. Sabinelli M, Maioral DC, Falcão ALE, Kosour C, Dragosavac D, Lima NMV. Efeito imediato do ortostatismo em pacientes internados na unidade de terapia intensiva de adultos. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2012; 24(1): 64-70.

13. Poulsen JB, Rose MH, Jensen BR, Moller K, Perner A. Biomechanical and nonfunctional assessment of physical capacity in male ICU survivors. *Crit Care Med*. 2013; 41(1): 93-101.
14. Hough CL, Henrridge MS, Long-term outcome after acute lung injury. *Curr Opin Crit Care*. 2012;18(1):8-15.
15. Bienvenu OJ, Colantuoni E, Mendez-Tellez PA, Dinglas VD, Shanholtz C, Husain N, et al. Depressive symptoms and impaired physical function after acute lung injury: a 2-year longitudinal study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;85(5):517-24.
16. Kahn JM, Angus DC. Health policy and future planning for survivors of critical illness. *Curr Opin Crit Care*. 2007;13(5):514-8.
17. Laghi F, Khan N, Schnell T, Aleksonis D, et al. New device for nonvolitional evaluation of quadriceps force in ventilated patients. *Muscle Nerve*. 2018; 57(5): 784-91.
18. Kawaguchi YMF, Nawa RK, Figueiredo TB, Martins L, Pires-Neto RC. Perme Intensive Care Unit Mobility Score and ICU Mobility Scale: translation into Portuguese and cross-cultural adaptation for use in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2016;42(6):429-34.
19. Latronico N, Bolton CF. Critical illness polyneuropathy and myopathy: a major cause of muscle weakness and paralysis. *Lancet neurol*. 2011; 10: 931–41.
20. White C, Dixon K, Samuel D, Stokes M. Handgrip and quadriceps muscle endurance testing in young adults. *Springerplus* 2013; 2: 451, 2013.
21. Fritz S, Lusardi M. White paper: “walking speed: the sixth vital sign”. *J Geriatr Phys Ther*. 2009;32(2):46–9. 37.
22. Hughes VA, Frontera WR, Roubenoff R, Evans WJ, Singh MA. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr*. 2002;76(2):473–81.
23. Hermans G, Van den Berghe G. Clinical review: intensive care unit acquired weakness. *Crit Care* 2015; 19:274-83.
24. Patsaki I, Gerovasili V, Sidiras G, Karatzanos E, Mitsiou G, Papadopoulos E, et al. Effect of neuromuscular stimulation and

individualized rehabilitation on muscle strength in Intensive Care Unit survivors: A randomized trial. *J Crit Care* 2017; 40:76-82.

25. Dietrich C, Cardoso JR, Vargas F, Sanchez EC, Dutra FH, Moreira C, et al. Functional ability in younger and older elderly after discharge from the intensive care unit. A prospective cohort. *Rev Bras Ter Intensiva* 2017; 29(3):293-302.

CONCLUSÕES

O teste de força evocada indicou um valor em torno de 20% da força máxima para todos os sujeitos. Sendo assim, o *Twitch test* é uma possibilidade de ferramenta para indicar o nível de força que o paciente apresenta mesmo sem este ter a capacidade de colaborar com a realização de testes de força voluntária máximos casos em que a funcionalidade está mais comprometida e ainda se correlaciona com testes submáximos, mais comumente realizados na rotina hospitalar, indicando um quadro geral da força muscular periférica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O teste de força evocado proporciona aos fisioterapeutas e demais profissionais da saúde envolvidos com a reabilitação do paciente na UTI um conhecimento sobre o nível de força que este está sendo capaz de produzir no momento da alta da unidade para a enfermaria. Os pacientes com doença crítica, mesmo após a alta para a unidade de internação, apresentam déficit de força e também apresentam comprometimento da funcionalidade, sendo que, este último acarreta na dificuldade de mensuração do primeiro. O *Twitch test* demonstra que é possível implantar na rotina hospitalar um teste, aplicado no próprio leito do paciente, que faz a musculatura produzir força de maneira involuntária e ainda indica uma taxa percentual da força máxima que o paciente apresenta mesmo nos casos em que não há colaboração deste e também se correlaciona aos demais testes de força submáximos já conhecidos e de amplo uso na prática clínica.

APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PROJETO: Avaliação da funcionalidade de pacientes críticos submetidos à eletroestimulação neuromuscular na unidade de terapia intensiva

O(a) seu(sua) familiar está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa que pretende avaliar os efeitos da estimulação elétrica sobre a funcionalidade e a força muscular dos pacientes da Unidade de Terapia Intensiva (UTI). A estimulação elétrica é aplicada nos músculos da coxa com o uso de um aparelho com eletrodos que ficarão grudados na pele durante a aplicação e estimulam os músculos a fazerem contrações sem que o paciente precise colaborar, ela ocorrerá todos os dias enquanto o paciente ficar internado na UTI. Funcionalidade é a capacidade de uma pessoa realizar suas atividades do dia a dia. No início da participação do paciente na pesquisa ele irá ser avaliado em uma escala de mobilidade funcional e no momento da alta da UTI, serão aplicados escalas e testes de força e de funcionalidade.

As escalas dão pontos a questões como a mobilidade do paciente no leito e quanto auxílio ele recebe para trocar de posição e também medem a força do paciente para movimentar os braços e as pernas.

Os testes de funcionalidade contam o tempo que o paciente demora para fazer as ações de sentar e levantar e também contam a velocidade com que este caminha a distância de dez metros (demarcada dentro de um corredor do hospital).

Os testes de força são realizados através de uma plataforma colocada no leito embaixo das pernas do paciente que estará deitado e o seu pé ficará preso pelo tornozelo em um aparelho que mede a força de estender o joelho como um chute, realizada de forma voluntária pelo paciente e também realizada por estimulação elétrica que gera a contração muscular causando este mesmo movimento.

Esta pesquisa pode oferecer um risco mínimo, uma vez que a estimulação elétrica pode ser desconfortável e/ou pode ocorrer algum sintoma de cansaço durante os testes físicos e de força. Nesses casos, todo o

atendimento necessário será prestado ao paciente. Assim como o paciente pode optar por interromper os testes e tanto o familiar quanto o paciente podem retirar o consentimento a qualquer momento durante o andamento da pesquisa sem nenhum prejuízo nos atendimentos que recebe no Hospital já que sua participação é totalmente voluntária, sem obrigatoriedade.

Não está previsto nenhum tipo de pagamento pela participação do paciente na pesquisa e também não está envolvido nenhum custo quanto aos procedimentos realizados.

Esta pesquisa pretende trazer como benefícios aos pacientes a presença diária de estímulo à musculatura e também obter o conhecimento sobre o estado funcional que os pacientes estão no momento da alta da UTI. A longo prazo, esta pesquisa também pretende contribuir com as estratégias terapêuticas para prevenir a perda de funcionalidade durante o período que o paciente fica internado na UTI.

Os resultados dos testes e os dados dos pacientes são registrados e tratados confidencialmente. Os resultados serão apresentados de forma conjunta, sem a identificação dos participantes, ou seja, sem o nome do paciente na publicação dos resultados em forma de estudos.

Caso você tenha dúvidas, poderá entrar em contato com o pesquisador responsável Fábio Cangeri Di Naso, pelo telefone (51) 9 8188 3585, com a pesquisadora Aline Felicio Bueno, pelo telefone (51) 9 9549 2377 ou com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), pelo telefone (51) 33597640, ou no 2º andar do HCPA, sala 2227, de segunda à sexta, das 8h às 17h.

Esse Termo é assinado em duas vias, sendo uma para o responsável pelo participante e outra para os pesquisadores.

Nome e assinatura do responsável pelo participante da pesquisa:

Nome e assinatura do pesquisador que aplicou o Termo:

Data: _____