

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PNEUMOLÓGICAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DIOGO FANFA BORDIN

**ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA MUSCULAR RESPIRATÓRIA NO TESTE
DE RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA COM TUBO T *VERSUS* PRESSÃO DE
SUPORTE: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Porto Alegre

2019

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

DIOGO FANFA BORDIN

**ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA MUSCULAR RESPIRATÓRIA NO TESTE
DE RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA COM TUBO T *VERSUS* PRESSÃO DE
SUPORTE: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

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.

Orientadora: Bruna Ziegler

Colaboradores: Eder Kröeff Cardoso

Robledo Leal Condessa

Graciele Sbruzzi

Porto alegre

2019

AGRADECIMENTOS

Nunca imaginei, mas agora iniciando a escrita, percebi que esta, talvez tenha sido a parte mais difícil de escrever nesta dissertação.

Primeiramente, agradeço à todos aqueles que possibilitaram chegar onde cheguei. Iniciando em casa, primeiramente, minha mãe, ao qual com muito esforço e dedicação possibilitou meu ingresso à faculdade e diplomação como Fisioterapeuta. Meu irmão mais velho, Alexandre, minha referência como profissional e homem de família, também um pai substituto a quem busquei e ainda busco me espelhar, pessoal e profissionalmente. Meu irmão mais novo, Mateus, a quem sempre tive confiança, acreditação e amizade, mesmo que não envolvido diretamente com minha carreira, envolvido na vida e em cumplicidade. Meus padrinhos, tios e tias, primos e primas, que sempre me motivaram a cada postagem em facebook, instagram, a cada notícia de alguma conquista, sempre com calor e vibrações positivas.

Com olhos lacrimejando, recheado de boas lembranças, agradeço à minha falecida avó, Esther, a quem junto com minha mãe, criou, educou, mimou e motivou este que aqui escreve. Vó, lhe dedico esta, e muitas outras conquistas que virão!

Passando aos agradecimentos no meio profissional e acadêmico. Iniciando por uma pessoa a quem tenho como exemplo de Fisioterapeuta, docente e pesquisadora; minha orientadora de bolsas, FAPERGS, PUIC e TCC da graduação, e grande amiga, Dulciane Paiva, que me abriu portas para a pesquisa, e, juntamente à nosso saudoso grupo de pesquisa (não citando o nome de todos envolvidos para não correr o risco de esquecer de alguém), me guiou aos primeiros passos para chegar onde cheguei.

Ainda no meio profissional, agradeço ao meu preceptor do curso de Residência Multiprofissional em Urgência e Emergência HPS/POA, Éder Kröeff Cardoso, presente neste trabalho, e com certeza muitos outros que virão, grande Fisioterapeuta e exemplo, além de parceiro profissional um grande amigo.

Ao programa de Pós-graduação em Ciências Pneumológicas, especialmente ao incansável secretário do programa, Marco Aurélio da Silva, professora Denise Rossato Silva e professor Paulo de Tarso Roth Dalcin, por conduzirem o programa com muita dedicação e respeito à pesquisa.

Agradeço também à equipe de Fisioterapeutas do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, por auxiliarem e me receberem na unidade, auxiliando e conduzindo quanto à coleta de dados e condução do estudo.

À minha orientadora, Bruna Ziegler, a qual com muita dedicação, paciência (principalmente), sapiência, parceria, destreza, entre muitos outros adjetivos, aceitou esta missão e fez surgir luz no fim do túnel. Sou eternamente grato, saiba que conquistou um amigo e grande parceiro futuro.

Aos meus amigos, de Rio Pardo, que por muitas vezes fico tempos sem vê-los, e de igual forma aos meus familiares, acompanham cada passo, nem que seja por rede social, e de mesma forma apoiam, incentivam e vibram. Aos meus novos amigos, da capital e região, que conheci a partir de 2015 ao me mudar para Porto Alegre.

Por último, mais importante, e, para fechar com chave de ouro, agradeço, e dedico à minha namorada e futura colega de profissão, Júlia, companheira, motivadora, zelosa, parceira de netflix, cinema, chimarrão, sushi, hambúrguer, pizza, patinete, bicicleta, cerveja, vinho, enfim, de VIDA.

LISTA DE ABREVIATURAS

Ag/AgCl	Prata-cloreto de prata
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
ANCOVA	<i>Analysis of Covariance</i>
APACHE	Acute physiology and chronic evaluation
cm H₂O	Centímetros de água
DP	Desvio padrão
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
EAP	Edema agudo de pulmão
EMG	Eletromiografia
FC	
FiO₂	Fração inspirada de oxigênio
FMED	Frequência cardíaca
FR	Frequência mediana
H⁺	Hidrogênio
H₂O	Unidade molecular água
Hz	Hertz
IC	Intervalo de confiança
ICU	Intensive care unit
Irpa	Insuficiência respiratória aguda
K⁺	Potássio
MDNF	Median frequency
ml	Mililitros
mm Hg	Milímetros de mercúrio
MV	Mechanical ventilation
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PEEP	Positive end expiratory pressure
PI_{máx}	Pressão inspiratória máxima
PSPEEP	Pressão sobre PEEP
PSV	Pressão de suporte ventilatório
RTSM	Randomization and Trial Supply Management
SBT	Spontaneous breathing trial
SDS	Sensor diferencial de superfície
SENIAM	European project Surface EMG for non- invasive assessment of muscles
SpO₂	
SVP	Support ventilatory pressure
T_{ax}	Temperatura corporal axilar
TRE	Teste de respiração espontânea
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
μV	Milivolts
VAC	Volume de ar corrente
VM	Ventilação mecânica

%RMS

Percentual de *root mean square*

RESUMO

Introdução: A avaliação eletromiográfica em UTI pode ser uma nova ferramenta utilizada para avaliar pacientes críticos durante o desmame da ventilação mecânica (VM), e também para auxiliar na comparação entre métodos de teste de respiração espontânea (TRE). **Objetivo:** Realizar análise de comparação eletromiográfica muscular respiratória no desmame da VM entre dois métodos de TRE (ayre versus PSV). **Métodos:** Ensaio clínico randomizado do tipo *crossover*, realizado entre julho de 2017 e julho de 2018. Foram incluídos pacientes em VM, aptos ao desmame, ventilados por no mínimo 24 horas e randomizados aleatoriamente para a sequência do TRE em Ayre e PSV, sendo realizado 30 minutos em cada método, com 30 minutos de *washout*. Foi realizada análise eletromiográfica durante os testes, utilizando as variáveis frequência mediana (FMED) e percentual de *root mean square* (%RMS). **Resultados:** Foram registrados 48 pacientes aptos para realizarem o TRE no período do estudo, 20 eleitos para realizarem os testes, 16 analisados no estudo. Quatro pacientes foram excluídos por estarem inaptos aos desmame apresentando falha após o primeiro TRE, sendo três durante Ayre e um em PSV. Houve diferença significativa na análise de variação entre os grupos no músculo peitoral maior (Ayre $10,25 \pm 7,49$ %RMS – PSV $5,72 \pm 4,98$ %RMS; $p=0,048$) e reto abdominal (Ayre $26,18 \pm 12,78$ %RMS – PSV $3,92 \pm 11,76$ %RMS; $p=0,009$) quanto ao %RMS, não houve diferença na análise de FMED. Também houve diferença na necessidade de aspiração, onde durante o método Ayre foi significativamente maior ($p=0,007$), não havendo correlações significativas com as variáveis eletromiográficas. **Conclusão:** O TRE em tubo T apresentou maior ativação muscular eletromiográfica respiratória em relação ao método de TRE em PSV, sem ocasionar fadiga aos músculos respiratórios avaliados.

Palavras chave: Desmame do respirador, eletromiografia de superfície, respiração artificial.

ABSTRACT

Introduction: Electromyographic evaluation in ICU may be a new tool used to evaluate critically ill patients during weaning from mechanical ventilation (MV), as well as to aid in the comparison of spontaneous breathing test (SBT) methods. **Objective:** To perform analysis of respiratory muscle electromyographic comparison at weaning of MV between two SBT methods (T-tube versus PSV). **Methods:** Randomized crossover trial, performed between July 2017 and July 2018, with patients in MV, able to perform SBT, at least 24 hours of MV, comparing T-tube versus ventilator support pressure (SVP), 30 minutes in each method, with 30 minutes of washout. Electromyographic analysis was performed during the tests, using the median frequency (MDNF) and percentage of root mean square (%RMS) variables. **Results:** 48 patients were eligible to perform the SBT in the study period, 20 chosen to perform the tests, 16 analyzed in the study. Four patients were excluded because they were unfit for weaning, failing after the first SBT, three during T-tube and one in PSV. There was a significant difference in the analysis of variation between the groups in the pectoralis major muscle (T-tube 10.25 ± 7.49 %RMS - PSV 5.72 ± 4.98 %RMS, $p= 0.048$) and abdominal recess (T-tube $26, 18 \pm 12,78$ %RMS - SVP 3.92 ± 11.76 %RMS, $p= 0.009$) as % RMS, there was no difference in MDNF analysis. There was also a difference in the need for aspiration, where during the T-tube method was significantly higher ($p= 0.007$), there were no correlations with the electromyographic variables. **Conclusion:** The SBT tube presented greater respiratory electromyographic muscular activation in relation to the SBT method in SVP, without causing fatigue to the respiratory muscles evaluated.

Keywords: Respiratory weaning, surface electromyography, artificial respiration.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Ventilação mecânica	12
2.2 Desmame da ventilação mecânica	13
2.2.1 Teste de respiração espontânea	13
2.3 Eletromiografia de superfície	15
2.3.1 Análise de fadiga e ativação muscular eletromiográfica	16
2.4 Avaliação eletromiográfica em Unidade de Terapia Intensiva	17
3 JUSTIFICATIVA	18
4 OBJETIVOS	19
4.1 Objetivo geral	19
4.2 Objetivos específicos	19
REFERÊNCIAS	20
ARTIGO ORIGINAL EM PORTUGUÊS	23
CONCLUSÕES	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS	40

1 INTRODUÇÃO

O processo de desmame em pacientes submetidos à ventilação mecânica (VM) vem sendo amplamente estudado, objetivando criações de novos protocolos de desmame ⁽¹⁾, investigação de *dellirium* em adultos ⁽²⁾ e comparação entre métodos convencionais como pressão de suporte ventilatório (PSV) com novos modos ventilatórios ⁽³⁾. Entretanto, apesar de protocolos e experiências de vários serviços, a falha na extubação tem ocorrido em torno de 20% dos casos ⁽⁴⁾. Além disso, o desmame ocupa mais de 40% do tempo total da VM ⁽⁵⁾ e esse percentual pode ainda variar dependendo da etiologia da insuficiência respiratória ^(4, 6).

No intuito de alcançar melhores índices na extubação dos pacientes, são recomendados alguns valores para prever e identificar o melhor momento para a extubação e evitar falhas. Para tal finalidade, recomendam-se índices e parâmetros, mensurados antes da extubação, como avaliação da pressão inspiratória máxima (PI_{max}) e do índice de respiração rápida e superficial, sendo este último o mais utilizado, simples e eficaz ^(6, 7). Entretanto, falhas no desmame da VM ainda são frequentes, variando de 5% a 15% ⁽⁸⁾, estando associadas ao aumento da mortalidade entre 2,5 a 10 vezes ⁽⁹⁾.

As falhas na extubação são de natureza multifatorial, estando associadas a causas como a pneumonia associada à ventilação mecânica ⁽¹⁰⁾, *dellirium* ⁽²⁾ disfunção diafragmática ^(11, 12) e polineuropatia do doente crítico ⁽¹³⁾.

Define-se como desmame da VM o processo de transição da ventilação artificial para a espontânea ⁽⁷⁾. Os testes de respiração espontânea (TRE) são simples e eficazes e auxiliam objetivamente no processo de extubação, podendo ocorrer de duas formas: através do Ayre, em tubo T desconectado da VM; ou em PSV de 5 à 7 cmH₂O (ainda conectado ao respirador), ambos apresentando duração de 30 minutos a no máximo duas horas ^(6, 7). Até o presente momento, muitos estudos já foram realizados, e em metanálise publicada pela Colaboração Cochrane, não foi possível identificar superioridade de um método em relação ao outro (tubo T *versus* PSV) ⁽¹⁴⁾, com excessão da variável sucesso no TRE que demonstrou-se a favor do PSV. Entretanto, tais métodos ainda continuam a ser estudados quanto ao seu uso em determinados grupos de pacientes, bem como, com diferentes tipos de ferramentas de avaliação ^(15, 16).

Na literatura, alguns estudos utilizaram a eletromiografia (EMG) de superfície para análise de ativação muscular respiratória⁽¹⁷⁻²⁰⁾ e fadiga muscular^(21, 22). A utilização da EMG é um recurso que identifica os potenciais de ação gerados nas unidades motoras das fibras musculares e com isso traz maiores informações a respeito do comportamento muscular, como percentual de ativação através do percentual de *root mean square* (raiz quadrada média)⁽¹⁸⁾ e fadiga muscular, este último em situações de contrações isométricas^(23, 24).

Até o presente momento, poucos estudos abordam a avaliação através da EMG nos processos de desmame da VM, e ainda não há registros de estudos que comparem os métodos de TRE em tubo T *versus* PSV com EMG. Portanto, o atual estudo tem como objetivo avaliar o comportamento muscular respiratório no TRE em tubo T *versus* PSV através da EMG de superfície.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ventilação mecânica

A VM ou suporte ventilatório, consiste em um método de auxílio respiratório artificial, utilizado através de um dispositivo gerador de fluxo e pressão, enriquecido de oxigênio, guiado computadorizadamente para obtenção de maior conforto e sincronia com paciente ⁽²⁶⁾.

Sua origem pode ser datada a partir da descoberta do oxigênio em 1700, tendo evoluído na década de 20 com o surgimento do “pulmão de aço”, considerado como o primeiro tipo de ventilador mecânico, amplamente utilizado na epidemia de poliomielite. Após isso, na década de 60, surgem diversos dispositivos com regulações à ciclos pressóricos positivos e intermitentes, seu uso possuía foco na substituição do trabalho muscular respiratório. Em sequência, na década de 70 surge o uso da ventilação com pressão positiva no final da expiração, conhecida como PEEP - “*positive end expiratory pressure*”. Desde então, com o avanço tecnológico, os ventiladores mecânicos vêm evoluindo, trazendo modos ventilatórios mais eficientes e cada vez mais tecnológicos ⁽²⁵⁻²⁹⁾.

O uso da VM é frequente e indispensável em emergências e UTI's, sendo crucial em diversas situações clínicas e podendo ser utilizada de forma totalmente controlada, assisto-controlada, ou de forma assistida, ou seja, substituindo ou auxiliando a ventilação espontânea. De uma forma geral, a VM pode ser considerada como suporte de vida em insuficiências respiratórias agudas, hipoxemia, falência e/ou fadiga muscular, traumas, cirurgias, rebaixamento do nível de consciência, entre outros ^(6, 26).

No entanto, é consenso que a VM embora salve vidas, também esteja associada a complicações, gerando risco para o paciente criticamente enfermo ^(2, 30). Apesar dos numerosos estudos para identificar preditores de desmame e prontidão para extubação, falhas na extubação ainda são frequentes ^(13, 31).

O desmame da VM tem sido amplamente estudado para identificação de métodos mais eficazes, criação de protocolos e *guidelines* que norteiem este processo. Existem na literatura, diversos índices preditivos que auxiliam os profissionais na identificação de

indivíduos com maior capacidade de desmame e extubação; entretanto, há extensas limitações na generalização destes preditores devido a variabilidade das populações estudadas, diferentes pontos de cortes e métodos de execução ⁽³²⁾.

2.2 Desmame da ventilação mecânica

Desmame da VM é a terminologia utilizada para definir o processo de transição entre a ventilação artificial para a espontânea em pacientes que a necessitam por mais de 24 horas. Considerando que o desmame da VM inicia a partir do momento da intubação, existem vários modos ventilatórios facilitadores deste processo, desde modalidades controladas, assisto-controladas, até totalmente assistidas, onde o paciente exerce controle ventilatório ⁽⁶⁾.

Antigamente alguns autores consideravam o termo desmame da VM como área de penumbra da terapia intensiva ⁽³³⁾ devendo-se provavelmente à diversidade de comorbidades e fatores envolvidos.

As Recomendações Brasileiras de Ventilação Mecânica de 2013 sugerem a avaliação diária para identificação de pacientes aptos para iniciarem o desmame da VM (através de estratégias internas conduzidas pela equipe multiprofissional) com vistas à possibilidade de descontinuar a ventilação, visando diminuir o tempo de VM e custos hospitalares ⁽⁶⁾.

Para dar início ao desmame da VM, o paciente deve apresentar ao menos resolução ou estabilização da doença de base, adequada troca gasosa, estabilidade hemodinâmica e capacidade de respirar espontaneamente ⁽⁶⁾. O processo de retirada do paciente do suporte ventilatório invasivo, envolve diversas etapas, dentre elas, a realização do TRE, método simples e amplamente utilizado no processo de desmame da VM. É considerado sucesso quando o paciente tolera o TRE, mantendo bom padrão respiratório, troca gasosa, estabilidade hemodinâmica e conforto adequado ⁽⁶⁾.

2.2.1 Teste de respiração espontânea

O TRE ou teste de desmame ⁽³⁴⁾, compreende em uma avaliação focalizada da capacidade do paciente para respirar espontaneamente, sendo defendido como o melhor método para determinar a prontidão do paciente para extubação ⁽³⁰⁾ e apresentando alta acurácia (85%) para avaliação do prognóstico do desmame da VM ⁽³²⁾.

Para melhor acurácia no sucesso do TRE, as Recomendações Brasileiras de Ventilação Mecânica recomendam alguns valores preditivos, tais como: Avaliação do Volume Minuto <10-15 L/min; PI_{max} <-15mmH₂O a -30mmH₂O; pressão de oclusão da via aérea <0,30; CROP <13, frequência respiratória <30-38; volume de ar corrente= 4 a 6 mL/kg; índice f/VC <105 ⁽⁶⁾.

Cabe ressaltar que apesar de ser o teste mais utilizado e com melhores respostas, nem todos os pacientes que completam o TRE obtém sucesso em sua extubação. Cerca de 15% dos pacientes obtém sucesso no TRE, e destes, 13% não toleram às primeiras 48h após a extubação ⁽³¹⁾.

O TRE pode ser realizado de duas formas, através do Ayre (em tubo T, desconectado da VM com oferta de oxigênio em uma das extremidades), ou em PSV (ainda conectado à VM com pressão de 5 a 7 cm H₂O), executados por 30 a 120 minutos ⁽⁶⁾, onde o paciente deve ser monitorado para sinais de insucesso. São considerados como sucesso no TRE os pacientes que mantiverem padrão respiratório, troca gasosa, estabilidade hemodinâmica e conforto adequado, e, tendo como referência valores e sinais para intolerância, e conseqüente falha: frequência respiratória >35 respirações por minuto, saturação periférica de oxigênio (SpO₂) <90%, frequência cardíaca >140 batimentos por minuto, pressão arterial sistólica >180 mmHg ou <90 mmHg, sinais e sintomas de agitação, sudorese e alterações no nível de ⁽⁶⁾.

O tubo T, também conhecido como “Ayre”, consiste em uma peça com três orifícios, em formato de “T”, conectada à porção distal da prótese ventilatória do paciente, enriquecida de oxigênio em uma das extremidades, deixando a outra extremidade livre para a entrada e saída de ar. Tal método, permite maior semelhança com a respiração espontânea, sendo atualmente o mais utilizado em estratégias de desmame da VM para extubação ⁽⁶⁾.

É importante ressaltar que o TRE realizado com pacientes em tubo T com cânula orotraqueal pode ocasionar maior fadiga devido à resistência imposta pelo tubo, o que justificaria algumas falhas no desmame da VM neste método ⁽³⁵⁾.

É considerado TRE no modo PSV quando utiliza-se pressões baixas, entre 5 cmH₂O e 7 cmH₂O ^(6, 7). Na ventilação em modo PSV o paciente recebe um auxílio à ventilação espontânea, onde o ventilador proporciona uma pressão positiva inspiratória pré selecionada. O nível de pressão inspiratória é ajustado conforme o volume de ar corrente dispendido pelo paciente e também sua frequência respiratória, sendo reduzida de forma gradual até a extubação.

O TRE em modo PSV foi proposto visando contrabalançar o trabalho extra imposto pela presença do tubo orotraqueal, reduzindo o trabalho respiratório, e também exigindo menor tempo de disponibilidade da equipe devido à boa monitorização. Seu principal inconveniente é fornecer um nível de ventilação incerta quando o paciente reduz de forma brusca a capacidade de ventilar ⁽³⁶⁾.

Em 2001, o guideline de boas práticas clínicas de desmame da VM, publicada pela *American College of Chest Physicians/American Thoracic Society* ⁽⁸⁾, sugere que o TRE seja realizado com pressão de suporte de 5 a 8 cmH₂O, demonstrando em sua metanálise que, o TRE com PSV em relação à métodos sem incremento de pressão inspiratória apresentou melhores resultados quanto taxas de sucesso no TRE (84,6% vs 76,7%; RR, 1,11; 95% CI, 1,02-1,18), extubação (75,4% vs 68,9%; RR, 1,09; IC95%, 1,02-1,18) e também foi associado a uma tendência e menor mortalidade na UTI (8,6% vs 11,6%; RR 0,74; IC 95% 0,45 -1,24). Já em uma revisão sistemática com metanálise, posteriormente realizada e publicada pela Colaboração Cochrane comparando tubo T *versus* PSV, é destacado que, com relação aos efeitos do sucesso do desmame da VM, mortalidade em UTI, taxas de reintubação, tempo de internação em desmames difíceis e pneumonia, os resultados ainda são imprecisos. Porém a modalidade PSV demonstrou-se mais efetiva que o tubo T no sucesso do TRE em pacientes de fácil desmame ⁽¹⁴⁾. Mesmo com os resultados já expostos, tais métodos ainda continuam a ser estudados, como em estudo de Chiappa que avaliou a variabilidade da frequência cardíaca entre os métodos, demonstrando que o tubo T ocasiona maior estresse cardiorrespiratório agudo afetando os índices de variabilidade da frequência cardíaca ⁽¹⁶⁾, e também estudo de dos Santos, que demonstrou que o tubo T ocasiona maior gasto energético, avaliado por calorimetria indireta, em relação à PSV ⁽¹⁵⁾.

2.3 Eletromiografia de superfície

A EMG de superfície é uma técnica muito utilizada em estudos biomecânicos, e consiste em uma técnica não invasiva que estuda as funções musculares através dos sinais elétricos emitidos pelos músculos esqueléticos. Mais especificamente, através da EMG é possível captar as informações dos processos eletrofisiológicos e neuromusculares que acontecem no músculo durante a produção de contração muscular.

A eletromiografia é definida como “o estudo da função muscular por meio da análise do sinal elétrico que provém dos músculos”⁽³⁾. O sinal obtido é composto pelo somatório dos potenciais de ação oriundos das unidades motoras ativas que emanam para a superfície da pele^(4, 5). Conseqüentemente, possibilitando a quantificação da atividade neuromuscular tanto no repouso, quanto em um determinado padrão de movimento^(6, 7).

A ideia de que os músculos produzem eletricidade é muito antiga. Tal afirmação foi defendida pelo pesquisador Francisco Redi em 1666, inspirando importantes pesquisas a respeito dos sinais elétricos produzidos nos músculos pelos pesquisadores Guichard Duverney e Luigi Galvani, realizadas nos anos de 1786, 1791 e 1792, respectivamente⁽³⁷⁾.

Em 1912, foi utilizado um galvanômetro por H. Piper para avaliação da EMG de superfície, sendo aprimorado através de estudos similares realizados por Gasser e Erlanger que utilizaram um osciloscópio. Na década seguinte, em 1928, Proebster identificou sinais elétricos gerados em músculos denervados, dando início à EMG clínica. Entretanto, o sinal eletromiográfico só foi possível ser estudado mais complexamente a partir da década de 70 e 80 com o desenvolvimento dos computadores, onde foi possível decompor o sinal eletromiográfico gerado⁽³⁸⁾.

Através da aquisição do sinal eletromiográfico é possível estudá-lo de muitas formas, onde as principais são baseadas em análises do domínio tempo, frequência, frequência horária e representações de escala de tempo⁽³⁸⁾, fornecendo informações sobre o recrutamento e sincronização de unidades motoras, fadiga neuromuscular e alterações na velocidade de propagação dos potenciais de ação^(23, 24, 38).

2.3.1 Análise de fadiga e ativação muscular eletromiográfica

A EMG tem sido largamente utilizada para avaliação da atividade gerada por diferentes grupos musculares através do sinal mioelétrico obtido. A análise espectral ao longo do tempo tem sido relacionada como uma mensuração objetiva de fadiga muscular local, através do sinal da frequência mediana (FMED), onde a compressão do espectro para baixas frequências ocorre devido ao acúmulo de ácido lático, íons H⁺ no sarcolema e o aumento na concentração do íon K⁺ na fibra muscular^(24, 39). Esta mudança de concentração de íons faz com que ocorra uma alteração na excitabilidade da membrana das células musculares. Este fato desencadeia a diminuição da velocidade de condução

da fibra muscular, ou seja, um decréscimo na velocidade de propagação do potencial de ação ^(23, 24).

A análise do sinal do eletromiográfico permite a identificação de eventos ao longo do tempo ou até, padrões específicos. No domínio do tempo, medidas como o RMS (*root mean square*) permitem a quantificação da amplitude da ativação das unidades motoras avaliadas, onde através de protocolos de contração voluntária máxima, é possível quantificar o percentual de atividade muscular realizada em diversas atividades específicas ⁽⁴⁰⁾.

A avaliação da musculatura respiratória é um dos grandes focos de estudos eletromiográficos, sendo principalmente estudada em indivíduos portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), como por exemplo, para avaliar a fadiga muscular de membros inferiores durante testes submáximos ⁽⁴¹⁾, correlacionar a gravidade dos estadiamentos da DPOC com manifestações eletromiográficas de fadiga ao exercício ^(17, 18, 42), análise da ativação da musculatura inspiratória acessória em indivíduos sob pressão positiva nas vias aéreas ⁽¹⁸⁾, entre outros.

2.4 Avaliação eletromiografica em Unidade de Terapia Intensiva

Uma das aplicações da EMG, porém pouco exploradas, é no âmbito da UTI, onde poucos estudos são encontrados ⁽⁴³⁻⁴⁵⁾. Tal instrumento se torna importante pois possibilita avaliar a FMED e o %RMS, variáveis importantes para avaliação do comportamento muscular respiratório, altamente envolvido com desfechos de falhas no TRE ⁽⁴⁴⁾.

No âmbito de UTI, um estudo realizou estudo avaliação da ação muscular em diferentes posturas através da EMG de superfície em pacientes traqueostomizados, demonstrando que em posição sentada o diafragma apresenta menor drive respiratório comparado com a posição supina e semi-recumbente durante o TRE ⁽⁴⁵⁾.

Recentemente um estudo avaliou pacientes que obtiveram sucesso e falha no desmame da VM, observando valores mais elevados nas variáveis eletromiográficas de retardo médio ($p=0,005$) e frequência central ($p=0,005$) do músculo diafragma no grupo que apresentou falha no TRE; os autores sugerem ainda um novo índice preditivo para desmame ⁽⁴⁴⁾. Outro estudo realizado também durante o TRE em tubo T, porém com pacientes traqueostomizados, demonstrou que aqueles que falham apresentaram maior recrutamento muscular respiratório no músculo esternocleidomastóideo, através do %RMS ($p=0,0005$) ⁽⁴³⁾.

Antigamente, avaliar eletromiografia dentro de uma UTI era algo difícil de ser realizado, devido à tecnologia precária e alta interferência da rede elétrica ao sinal eletromiográfico. Os estudos citados acima demonstram que com o avanço da tecnologia e surgimento de novos filtros, é possível realizar tal avaliação e qualificar o TRE.

3 JUSTIFICATIVA

Processos de desmame da VM e os seus métodos avaliativos continuam sendo alvo de muitos estudos. Chama-se atenção para as comparações entre os dois mais conhecidos métodos de TRE: o tubo T e PSV. Apesar de estudos robustos na área, revisões sistemáticas e metanálises, o tema é amplo quanto aos inúmeros desfechos avaliados nas diferentes em situações clínicas.

O comportamento muscular respiratório é importante foco de estudo, sendo as falhas no TRE intimamente relacionadas à fadiga muscular. Nesse sentido, o presente estudo propôs-se a estudar a EMG de superfície, ferramenta ainda pouco utilizada no âmbito da terapia intensiva, mas de grande valia para análise do funcionamento biomecânico muscular.

Como forma de melhor entender o funcionamento dos músculos respiratórios durante o TRE, a EMG pode acrescentar maiores informações no que diz respeito ao funcionamento muscular respiratório na comparação entre tubo T *versus* PSV, visto que possui capacidade de avaliar a capacidade de ativação, bem como fadiga muscular respiratória, como já dita, altamente associada às falhas no TRE.

A relevância deste estudo se dá em trazer uma ferramenta ainda não utilizada na comparação entre tubo T *versus* PSV, e, além disso, fomentar novas literaturas que visem comparar os dois métodos de TRE.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Realizar comparação eletromiográfica muscular respiratória durante o TRE entre tubo T *versus* PSV em pacientes no processo de desmame da VM.

4.2 Objetivos específicos

Comparar a variação de FMED entre os métodos de TRE, nos músculos reto abdominal, peitoral maior e diafragma durante o TRE em tubo T *versus* PSV.

Comparar a variação do %RMS entre os métodos de TRE, nos músculos reto abdominal, peitoral maior e diafragma durante o TRE em tubo T *versus* PSV.

Analisar o comportamento do %RMS intragrupo no método tubo T, nos momentos pré, minuto 15 e minuto 30.

Analisar o comportamento da FMED intragrupo no método tubo T, nos momentos pré, minuto 15 e minuto 30.

Analisar o comportamento do %RMS intragrupo no método PSV, nos momentos pré, minuto 15 e minuto 30.

Analisar o comportamento da FMED intragrupo no método PSV, nos momentos pré, minuto 15 e minuto 30.

Correlacionar a frequência mediana e *root mean square* com sinais vitais, SpO₂, comorbidades, e causa da internação.

REFERÊNCIAS

1. Wielenga JM, van den Hoogen A, van Zanten HA, Helder O, Bol B, Blackwood B. Protocolized versus non-protocolized weaning for reducing the duration of invasive mechanical ventilation in newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;3:Cd011106.
2. Jeon K, Jeong BH, Ko MG, Nam J, Yoo H, Chung CR, et al. Impact of delirium on weaning from mechanical ventilation in medical patients. *Respirology.* 2016;21(2):313-20.
3. Bosma KJ, Read BA, Bahrgard Nikoo MJ, Jones PM, Priestap FA, Lewis JF. A Pilot Randomized Trial Comparing Weaning From Mechanical Ventilation on Pressure Support Versus Proportional Assist Ventilation. *Crit Care Med.* 2016;44(6):1098-108.
4. Eskandar N, Apostolakos MJ. Weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Clin.* 2007;23(2):263-74, x.
5. Esteban A, Alia I, Ibanez J, Benito S, Tobin MJ. Modes of mechanical ventilation and weaning. A national survey of Spanish hospitals. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest.* 1994;106(4):1188-93.
6. Barbas CSV, Ísola AM, Farias AMdC, Cavalcanti AB, Gama AMC, Duarte ACM, et al. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part 2. *Rev bras ter intensiva.* 2014;26(3):215-39.
7. Goldwasser R, Farias A, Freitas EE, Saddy F, Amado V, Okamoto V. Desmame e interrupção da ventilação mecânica. *J bras pneumol.* 2007;33:128-36.
8. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW, Jr., Epstein SK, Fink JB, Heffner JE, et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest.* 2001;120(6 Suppl):375s-95s.
9. Rothaar RC, Epstein SK. Extubation failure: magnitude of the problem, impact on outcomes, and prevention. *Curr Opin Crit Care.* 2003;9(1):59-66.
10. Ntoumenopoulos G, Presneill JJ, McElholum M, Cade JF. Chest physiotherapy for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med.* 2002;28(7):850-6.
11. Vassilakopoulos T, Petrof BJ. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004;169(3):336-41.
12. Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P, et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *N Engl J Med.* 2008;358(13):1327-35.
13. Frutos-Vivar F, Esteban A. Critical illness polyneuropathy: a new (or old?) reason for weaning failure. *Crit Care Med.* 33. United States 2005. p. 452-3.
14. Ladeira MT, Vital FM, Andriolo RB, Andriolo BN, Atallah AN, Peccin MS. Pressure support versus T-tube for weaning from mechanical ventilation in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014(5):Cd006056.
15. dos Santos LJ, Hoff FC, Condessa RL, Kaufmann ML, Vieira SR. Energy expenditure during weaning from mechanical ventilation: is there any difference between pressure support and T-tube? *J Crit Care.* 2011;26(1):34-41.
16. Guntzel Chiappa AM, Chiappa GR, Cipriano G, Jr., Moraes RS, Ferlin EL, Borghi-Silva A, et al. Spontaneous breathing trial in T-tube negatively impact on autonomic modulation of heart rate compared with pressure support in critically ill patients. *Clin Respir J.* 2017;11(4):489-95.

17. Duiverman ML, van Eykern LA, Vennik PW, Koeter GH, Maarsingh EJ, Wijkstra PJ. Reproducibility and responsiveness of a noninvasive EMG technique of the respiratory muscles in COPD patients and in healthy subjects. *J Appl Physiol* (1985). 2004;96(5):1723-9.
18. Cardoso DM, Paiva DN, Albuquerque IM, Jost RTP, A. V. Effects of expiratory positive airway pressure on the electromyographic activity of accessory inspiratory muscles in COPD patients. *J bras pneumol*. 2011;37(1):46-53.
19. Valenzuela SD, Miralles RD, Santander HD, Bull RM, Cordova RP, Celhay ID, et al. Effects of breathing type on electromyographic activity of respiratory muscles at different body positions. *Cranio*. 2016:1-6.
20. Jung J, Kim N. Relative activity of respiratory muscles during prescribed inspiratory muscle training in healthy people. *J Phys Ther Sci*. 282016. p. 1046-9.
21. Bueno DR, Lizano JM, Montano L. Muscular fatigue detection using sEMG in dynamic contractions. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2015;2015:494-7.
22. Graham RB, Wachowiak MP, Gurd BJ. The Assessment of Muscular Effort, Fatigue, and Physiological Adaptation Using EMG and Wavelet Analysis. *PLoS One*. 102015.
23. Busanello-Stella AR, Blanco-Dutra AP, Corrêa ECR, Silva AM. Electromyographic fatigue of orbicular oris muscles during exercises in mouth and nasal breathing children. *CoDAS*. 2015;27(1):80-8.
24. Kramer M, Ebert V, Kinzl L, Dehner C, Elbel M, Hartwig E. Surface electromyography of the paravertebral muscles in patients with chronic low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(1):31-6.
25. Dries DJ. Mechanical Ventilation: History and Harm. *Air Med J*. 2016;35(1):12-5.
26. Pham T, Brochard LJ, Slutsky AS. Mechanical Ventilation: State of the Art. *Mayo Clin Proc*. 2017;92(9):1382-400.
27. Drinker P, Shaw LA. An apparatus for the prolonged administration of artificial respiration: I. A Design for Adults and Children. *J Clin Invest*. 1929;7(2):229-47.
28. Engstrom CG. Treatment of severe cases of respiratory paralysis by the Engstrom universal respirator. *Br Med J*. 1954;2(4889):666-9.
29. Ashbaugh DG, Bigelow DB, Petty TL, Levine BE. Acute respiratory distress in adults. *Lancet*. 1967;2(7511):319-23.
30. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J*. 2007;29(5):1033-56.
31. Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Esteban A, Epstein SK, Arabi Y, Apezteguia C, et al. Risk factors for extubation failure in patients following a successful spontaneous breathing trial. *Chest*. 2006;130(6):1664-71.
32. Nemer SN, Barbas CS. Predictive parameters for weaning from mechanical ventilation. *J Bras Pneumol*. 2011;37(5):669-79.
33. Milic-Emili J. Is weaning an art or a science? *Am Rev Respir Dis*. 1986;134(6):1107-8.
34. Perren A, Domenighetti G, Mauri S, Genini F, Vizzardì N. Protocol-directed weaning from mechanical ventilation: clinical outcome in patients randomized for a 30-min or 120-min trial with pressure support ventilation. *Intensive Care Med*. 2002;28(8):1058-63.
35. Gandia F, Blanco J. Evaluation of indexes predicting the outcome of ventilator weaning and value of adding supplemental inspiratory load. *Intensive Care Med*. 1992;18(6):327-33.

36. Alía I, Esteban A. Weaning from mechanical ventilation. *Crit Care*. 2000;4(2):72-80.
37. Clarys JP, Cabri J. Electromyography and the study of sports movements: a review. *J Sports Sci*. 1993;11(5):379-448.
38. Merletti R, Hermens HJ. Detection and Conditioning of the Surface EMG Signal. *Electromyography*: John Wiley & Sons. 2005:107-31.
39. Lariviere C, Gravel D, Arsenault AB, Gagnon D, Loisel P. Muscle recovery from a short fatigue test and consequence on the reliability of EMG indices of fatigue. *Eur J Appl Physiol*. 2003;89(2):171-6.
40. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*. 2000;10(5):361-74.
41. Marquis N, Debigare R, Bouyer L, Saey D, Laviolette L, Brouillard C, et al. Physiology of walking in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(8):1540-8.
42. Boccia G, Dardanillo D, Rinaldo N, Coratella G, Schena F, Rainoldi A. Electromyographic Manifestations of Fatigue Correlate With Pulmonary Function, 6-Minute Walk Test, and Time to Exhaustion in COPD. *Respir Care*. 2015;60(9):1295-302.
43. Parthasarathy S, Jubran A, Laghi F, Tobin MJ. Sternomastoid, rib cage, and expiratory muscle activity during weaning failure. *J Appl Physiol* (1985). 2007;103(1):140-7.
44. Ortega ICM, Valdivieso AMH, Lopez JFA, Villanueva MAM, Lopez LHA. Assessment of weaning indexes based on diaphragm activity in mechanically ventilated subjects after cardiovascular surgery. A pilot study. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2017;29(2):213-21.
45. Waltersbacher S, Guckler J, Pietsch F, Walker DJ, Kabitz HJ, Dreher M. Activation of respiratory muscles during weaning from mechanical ventilation. *J Crit Care*. 2017;38:202-8.

ARTIGO ORIGINAL EM PORTUGUÊS**Análise eletromiográfica muscular respiratória no teste de respiração espontânea, tubo T *versus* pressão de suporte: Ensaio clínico randomizado**

Diogo Fanfa Bordin¹, Robledo Leal Condessa², Éder Kroeff Cardoso³, Graciele Sbruzzi⁴, Bruna Ziegler⁵

¹ Fisioterapeuta, Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

² Fisioterapeuta, Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

³ Fisioterapeuta, Hospital de Pronto Socorro de Porto Alegre, Professor da Faculdade Cenecista de Osório.

⁴ Fisioterapeuta, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Professora do Programa de Pós-graduação em Ciências Pneumológicas da UFRGS.

⁵ Fisioterapeuta, Serviço de Fisioterapia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Programa de Pós-graduação em Ciências Pneumológicas, UFRGS.

Instituição: Programa de Pós-graduação em Ciências Pneumológicas, Faculdade de Medicina da UFRGS.

Autor responsável para correspondência e contato: Diogo Fanfa Bordin

Av. Ipiranga, 630

Bairro Praia de Belas

Porto Alegre, RS

CEP: 90160-090

Fone: (51) 999796673

E-mail: diogofanfabordin2@gmail.com

RESUMO

Introdução: A avaliação eletromiográfica em UTI pode ser uma nova ferramenta utilizada para avaliar pacientes críticos durante o desmame da ventilação mecânica (VM), e também para auxiliar na comparação entre métodos de teste de respiração espontânea (TRE). **Objetivo:** Realizar análise de comparação eletromiográfica muscular respiratória no desmame da VM entre dois métodos de TRE (tubo T versus PSV). **Métodos:** Ensaio clínico randomizado, do tipo *crossover*, realizado entre julho de 2017 e julho de 2018. Foram incluídos pacientes em VM, aptos ao desmame, ventilados por no mínimo 24 horas erandomizados aleatoriamente para a sequência do TRE em tubo T e PSV, sendo realizado 30 minutos em cada método, com 30 minutos de *washout*. Foi realizada análise eletromiográfica durante os testes, utilizando as variáveis frequência mediana (FMED) e percentual de *root mean square* (%RMS). **Resultados:** Foram registrados 48 pacientes aptos para realizarem o TRE no período do estudo, 20 eleitos para realizarem os testes, 16 analisados no estudo. Quatro pacientes foram excluídos por estarem inaptos aos desmame apresentando falha após o primeiro TRE, sendo três durante tubo T e um em PSV. Houve diferença significativa na análise de variação entre os grupos no músculo peitoral maior (tubo T $10,25 \pm 7,49$ – PSV $5,72 \pm 4,98$; $p=0,048$) e reto abdominal (tubo T $26,18 \pm 12,78$ – PSV $3,92 \pm 11,76$; $p=0,009$) quanto ao %RMS, não houve diferença nas análises de FMED. Também houve diferença na necessidade de aspiração, onde durante o método tubo T foi significativamente maior ($p=0,007$), não havendo correlações com as variáveis eletromiográficas. **Conclusão:** O TRE em tubo T apresentou maior ativação muscular eletromiográfica respiratória em relação ao método de TRE em PSV, sem ocasionar fadiga aos músculos respiratórios avaliados

Palavras chave: Desmame do respirador, eletromiografia de superfície, respiração artificial.

ABSTRACT

Introduction: Electromyographic evaluation in ICU may be a new tool used to evaluate critically ill patients during weaning from mechanical ventilation (MV), as well as to aid in the comparison of spontaneous breathing test (SBT) methods. **Objective:** To perform analysis of respiratory muscle electromyographic comparison at weaning of MV between two SBT methods (T-tube versus PSV). **Methods:** Randomized crossover trial, performed between July 2017 and July 2018, with patients in MV, able to perform SBT, at least 24 hours of MV, comparing T-tube versus ventilator support pressure (SVP), 30 minutes in each method, with 30 minutes of washout. Electromyographic analysis was performed during the tests, using the median frequency (MDNF) and percentage of root mean square (%RMS) variables. **Results:** 48 patients were eligible to perform the SBT in the study period, 20 chosen to perform the tests, 16 analyzed in the study. Four patients were excluded because they were unfit for weaning, failing after the first SBT, three during T-tube and one in PSV. There was a significant difference in the analysis of variation between the groups in the pectoralis major muscle (T-tube 10.25 ± 7.49 %RMS - PSV 5.72 ± 4.98 %RMS, $p= 0.048$) and abdominal recess (T-tube $26, 18 \pm 12,78$ %RMS - SVP 3.92 ± 11.76 %RMS, $p= 0.009$) as % RMS, there was no difference in MDNF analysis. There was also a difference in the need for aspiration, where during the T-tube method was significantly higher ($p= 0.007$), there were no correlations with the electromyographic variables. **Conclusion:** The SBT tube presented greater respiratory electromyographic muscular activation in relation to the SBT method in SVP, without causing fatigue to the respiratory muscles evaluated.

Keywords: Respiratory weaning, surface electromyography, artificial respiration.

INTRODUÇÃO

O desmame da ventilação mecânica (VM) consiste no processo de redução do suporte ventilatório ⁽¹⁾ e ocupa mais de 40% do tempo total da VM ⁽²⁾, podendo ainda ser maior, dependendo da etiologia da insuficiência respiratória ⁽²⁻⁴⁾. Dentre os fatores descritos para justificar falhas na extubação encontra-se: pneumonia associada à ventilação mecânica ⁽⁵⁾, *dellirium* ⁽⁶⁾, disfunção diafragmática ^(7, 8), polineuropatia do doente crítico ⁽⁹⁾ e estridor laríngeo ⁽⁴⁾. Apesar de protocolos e experiências de vários serviços, a falha na extubação tem ocorrido em 20% dos casos ⁽³⁾.

No intuito de alcançar melhores índices no processo de desmame e minimizar falhas na extubação, são recomendados vários testes para prever e identificar o momento ideal para extubar o paciente ⁽⁴⁾. Segundo Rothaar *et al.*, indivíduos que apresentam falhas na extubação apresentam taxas de mortalidade entre 2,5 a 10 vezes maiores ⁽¹⁰⁾.

O teste de respiração espontânea (TRE) é um recurso simples e eficaz em qualificar a autonomia do sistema respiratório para a extubação, podendo ser realizado através do tubo T ou em pressão de suporte ventilatório (PSV) de até 7 cmH₂O ^(1, 4). Até o momento, não foi possível identificar superioridade de um método em relação ao outro (tubo T *versus* PSV) ⁽¹¹⁾ no que tange aos principais desfechos avaliados, com exceção da variável sucesso no TRE, que se demonstrou a favor do PSV.

A fadiga da musculatura respiratória é um dos grandes fatores que podem levar a falha na extubação e por isso, é sugerido que o paciente deva permanecer em respiração espontânea por no mínimo 30 minutos sem alterações hemodinâmicas maiores que 10% do início do teste ⁽¹²⁾.

Na literatura, alguns estudos ⁽¹³⁻¹⁶⁾ utilizaram a eletromiografia (EMG) de superfície para análise da ativação muscular respiratória ⁽¹⁷⁾ e da fadiga muscular ⁽¹⁸⁻²⁰⁾, no desmame difícil de pacientes traqueostomizados ⁽²¹⁾ e na predição de desmame da VM pós-cirurgia cardiovascular ⁽²²⁾. A utilização da EMG de superfície é um recurso que identifica os potenciais de ação gerados nas unidades motoras das fibras musculares e com isso traz maiores informações a respeito do comportamento muscular, como ativação ⁽¹⁴⁾ e fadiga muscular ^(18, 23).

Poucos estudos ^(17, 21, 22) abordam a avaliação por EMG no âmbito da terapia intensiva e nos processos de desmame da VM. Além disso, até o momento, não foram realizados estudos com este desfecho comparando tubo T *versus* PSV. Portanto, este

estudo tem como objetivo avaliar o comportamento muscular respiratório através da EMG de superfície no TRE em tubo T *versus* PSV.

MÉTODOS

Delineamento do estudo

O presente estudo consiste em um ensaio clínico randomizado do tipo *crossover*, com cegamento aplicado na análise estatística e na análise do sinal eletromiográfico (processamento, refinamento e extração dos dados eletromiográficos realizados por um pesquisador cegado ao estudo e com experiência e capacitação para utilização do eletromiógrafo).

Amostra e critérios de inclusão

O estudo foi conduzido no Centro de Tratamento Intensivo Adulto do Hospital de Clínicas de Porto Alegre e a pesquisa realizada no período de julho de 2017 a julho de 2018. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com seres humanos através de protocolo número 3.099.67.

Foram incluídos pacientes intubados e em VM por no mínimo 24 horas, aptos a iniciar o TRE, conforme protocolo institucional próprio, seguindo os critérios preconizados pelas atuais Recomendações Brasileiras de Ventilação Mecânica ⁽⁴⁾, com nível de consciência adequado para compreender orientações e com idade >18 anos. Não fizeram parte do estudo pacientes com re-intubação orotraqueal na mesma internação, que tenham apresentado mais de uma tentativa de TRE, hemiparéticos ou hemiplégicos, com agitação psicomotora, traqueostomizados, em pós-operatórios de cirurgias cardiotorácicas ou abdominais que inviabilizassem o posicionamento dos eletrodos e não adesão ao termo de consentimento livre e esclarecido.

O desfecho primário deste estudo foi a comparação da variação do percentual de *root mean square* nos músculos avaliados nos TRE (tubo T *versus* PSV 7 cmH₂O). Como desfechos secundários, buscamos avaliar variação e o comportamento da frequência mediana entre os grupos.

Procedimentos e avaliações

Inicialmente foram coletados os dados clínicos para caracterização da amostra. O APACHE II foi extraído dos prontuários para avaliação da gravidade clínica dos pacientes avaliados. Os pacientes foram randomizados e submetidos a dois métodos de TRE, sendo alocados no grupo tubo T: 1-5L/min de O₂, de acordo com a concentração de oxigênio do momento basal e no grupo PSV: Pressão Positiva Final da Expiração= 5-6 cmH₂O; PSV 7 cmH₂O e concentração de oxigênio do momento basal, e na sequência, realizada randomização da sequência dos métodos de TRE e execução de cada técnica por 30 minutos, sendo os pacientes retornados à VM por 30 minutos para *washout* ⁽²⁴⁾.

Os pacientes foram avaliados em três momentos para cada método de TRE: pré, minuto 15 e minuto 30. As variáveis coletadas e analisadas durante os testes foram: frequência mediana, percentual de *root mean square*, volume de ar corrente (VAC), saturação periférica de oxigênio (SpO₂), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), temperatura corporal axilar (Tax) e o número de aspiração de vias aéreas durante os testes.

No momento de preparação para as avaliações, os pacientes foram posicionados confortavelmente em 45° de elevação de cabeceira e, após foi realizado tricotomia e higienização dos locais a serem colocados os eletrodos para análise eletromiográfica (visando reduzir a resistência da pele à passagem do sinal eletromiográfico) ^(25, 26).

Os músculos avaliados neste estudo foram o diafragma, avaliado em dois pontos anteriores chamados de diafragma D e diafragma E ⁽¹³⁾, peitoral maior e reto abdominal, conforme recomendações de posicionamento da SENIAM ⁽²⁵⁾.

Os dados eletromiográficos foram registrados continuamente durante os 30 minutos de avaliação em cada TRE e, extraídos para análise em envelopes de 1 minuto (pré, 15 min e pós). O seu processamento, refinamento e extração dos dados eletromiográficos foram realizados por um pesquisador cegado ao estudo e com experiência e capacitação para utilização do eletromiógrafo.

As avaliações eletromiográficas foram realizadas conforme as diretrizes da *International Society of Electrophysiology and Kinesiology*, sendo analisadas quanto à frequência mediana (FMED) e percentual de *root mean square (%RMS)* ⁽²⁶⁾. Foi utilizado um eletromiógrafo de superfície (MIOTEC[®], miotool400, Brasil) com frequência de amostragem de 2.000 Hz por canal, através eletrodos descartáveis circulares de superfície e configuração bipolar (Meditrace 100 pediátrico - Ag/AgCl - Gel sólido adesivo e

condutor; Tyco Healthcare Group Canada Inc, Pointe Claire, QC, Canadá) a um raio de 15 mm, pré-amplificados e conectados a sensor diferencial de superfície (modelo SDS500; Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda., Porto Alegre, Brasil) possuindo distância de 20 mm entre o centro dos eletrodos. A calibração dos sensores foi realizada diariamente ^(25, 26).

Cálculo amostral

O cálculo do tamanho amostral foi baseado em cinco indivíduos avaliados em estudo piloto, utilizando o software G*Power (v3.1.9.2). Foi adotado como diferença clinicamente relevante, o valor de 20% entre as médias do %RMS do músculo reto abdominal entre os grupos. Foi estabelecido um nível de significância de 5% e poder estatístico de 80%, acrescentando 10% à amostra levando-se em conta possíveis perdas no seguimento do estudo. Considerando as médias e desvios padrões (DP) do estudo piloto de 65 ± 29 (tubo T) e 44 ± 26 (PSV), a amostra necessária estimada foi de 16 pacientes.

Randomização

A randomização binária dos grupos foi realizada através de aplicativo eletrônico *Bracket RTSM (Randomization and Trial Supply Management)* (versão 2.0.0, Bracket Global), sendo realizada por um pesquisador cego ao estudo.

Análise estatística

Os dados foram tabulados e analisados no *software* SPSS (versão 18.0) e *Stata* (versão 11.2). A normalidade dos dados foi avaliada através do teste de *Shapiro-Wilk*, e os mesmos foram expressos em média \pm DP ou então mediana com intervalo interquartis.

As comparações entre sinais vitais, SpO₂ e VAC basais para avaliação do efeito *carry-over*, bem como as variações entre grupos de FC, FR, PAD, PAS, Tax, SpO₂ e VAC foram realizadas através da análise de variância (ANOVA) considerando método de desmame, efeito *carry-over* e efeito de período. Já os deltas dos sinais eletromiográficos entre os grupos foram comparados através da análise de covariância (ANCOVA) considerando método, efeito *carry-over*, efeito de período e corrigindo pelos valores

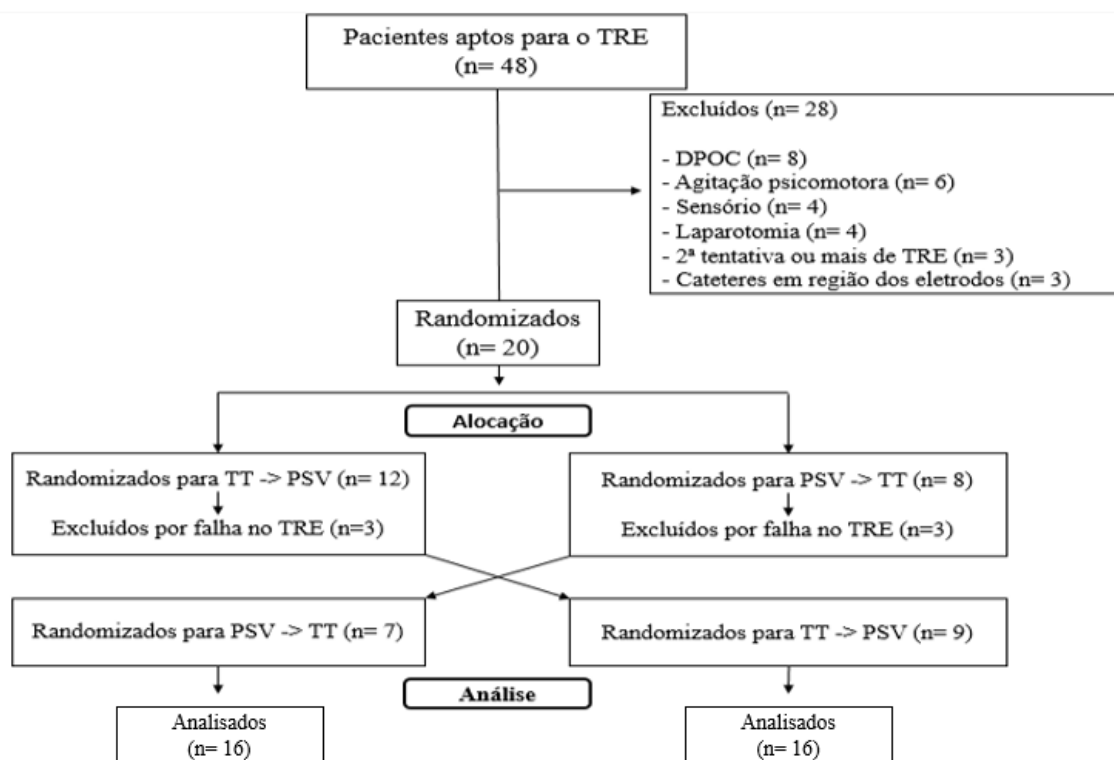
basais de cada músculo em cada período. Também foi utilizado o teste de correlação de Spearman para verificar associação entre a necessidade de aspiração com %RMS e FMED. Todos os testes estatísticos foram bicaudais e foi estabelecido um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Foram registrados 48 pacientes aptos a realizarem o TRE no período da pesquisa, destes, 20 foram eleitos para realizarem os testes, sendo 16 analisados no estudo, de forma cruzada para os métodos PSV e tubo T (Figura 1). Quatro pacientes foram excluídos da análise por falharem e não completarem o TRE. Todos os pacientes excluídos apresentaram falha após a realização do primeiro TRE, três pacientes durante o tubo T e um durante o PSV. Todos os pacientes randomizados (n=16) obtiveram sucesso no desmame.

Pouco mais da metade dos casos de intubação orotraqueal ocorreram devido a insuficiência respiratória (50,8%), sendo relacionados à motivos diversos (Tabela 1). Na análise de efeito *carry-over* sobre os sinais basais de todas as variáveis estudadas, houve presença do mesmo em dois músculos avaliados quanto a FMED [diafragma D ($p=0,042$) e reto abdominal ($p=0,039$)], não havendo nas demais variáveis do estudo, sendo tal feito corrigido por meio do teste ANCOVA.

A necessidade de aspiração entre os métodos também foi avaliada, onde o método PSV apresentou mediana de 0 (0 –1) e o tubo T apresentou mediana 1 (0 –3) ($p=0,007$). Entretanto, não houve correlação entre necessidade de aspiração e variáveis eletromiográficas em nenhum músculo avaliado.

Figura 1. Fluxograma dos pacientes incluídos no estudo.**Tabela 1.** Características gerais dos pacientes estudados.

Características	Total (n = 16)
Idade (anos), média ± DP	56,25 ± 13,78
<i>Sexo</i>	
Masculino, n (%)	8 (50)
Feminino, n (%)	8 (50)
<i>Causas da intubação</i>	
EAP, n (%)	3 (18,5)
Crise convulsiva, n (%)	2 (12,8)
Irpa (pneumocistose), n (%)	2 (12,8)
Irpa (pneumonia aspirativa), n (%)	2 (12,8)
Asma, n (%)	2 (12,8)
Irpa (PAC), n (%)	1 (6,3)
Irpa (Infecção respiratória), n (%)	1 (6,3)
Irpa (cetoacidose diabética), n (%)	1 (6,3)
Rebaixamento de sensorio, n (%)	1 (6,3)
APACHE II (escore), média ± DP	20,3 ± 9,7
Tempo VM (h), média ± DP	47,94 ± 13,47
Tempo UTI (d), mediana (mín – máx)	3 (1 – 4)
<i>Parâmetros VM</i>	
PEEP (cmH ₂ O), média ± DP	6 ± 0,6
PSPEEP (cmH ₂ O), média ± DP	11,31 ± 1,4
FiO ₂ (%), média ± DP	30,13 ± 4,9
VAC (mL), média ± DP	520,63 ± 89,62

EAP= edema agudo pulmonar; PAC= pneumonia adquirida na comunidade; IRPA= insuficiência respiratória aguda; PO= pós-operatório; PEEP= *positive expiratory end pressure*; PSPEEP= pressão de sobre PEEP; FiO₂= fração inspirada de oxigênio; VAC= volume de ar corrente; VM= ventilação mecânica; h= horas; d= dias; DP= desvio padrão, n= número; VM= ventilação mecânica; ml= mililitros; UTI= unidade de terapia intensiva; min= mínimo; máx= máximo, DP= desvio padrão

Não houve diferença significativa nas comparações entre os grupos quanto aos deltas das variáveis: FC (Tubo T= $1,25 \pm 1,64$ bpm; PSV= $1,18 \pm 2,19$ bpm), PAS (Tubo T= $5 \pm 5,30$ mmHg; PSV= $3,12 \pm 1,25$ mmHg), PAD (Tubo T= $0,87 \pm 4,58$ mmHg; PSV= $-0,06 \pm 2,86$ mmHg), Tax (Tubo T= $0,16 \pm 0,79$ °C; PSV= $-0,03 \pm 0,36$ °C) e SpO₂% (Tubo T= $-0,75 \pm 2,23$ %; PSV= $0,18 \pm 0,75$ %). Houve diferença significativa entre os grupos para FR (Tubo T= $4,43 \pm 1,67$ irpm; PSV= $0,65 \pm 0,18$ irpm, p=0,043) e VAC (Tubo T= $-37,18 \pm 37,23$ ml; PSV= $11 \pm 17,70$ ml, p=0,025).

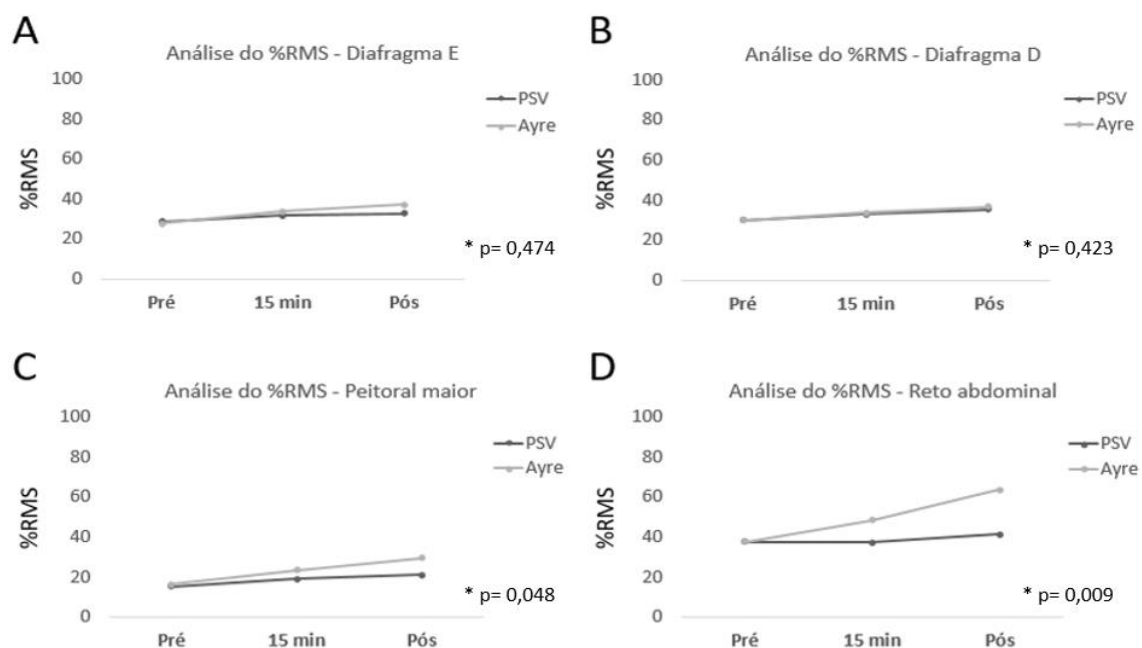
Ao analisar as variações eletromiográficas entre os grupos, os músculos peitoral maior e reto abdominal apresentaram diferença significativa quando analisado o %RMS, não houve diferença quanto às análises de FMED (Tabela 2). Na análise intragrupo, não houve diferença da FMED em nenhum método de TRE estudado, no entanto, na análise do %RMS, o tubo T apresentou aumento em todos os momentos avaliados e o PSV, apresentou apenas no diafragma D e peitoral maior (Figura 2 e 3).

Tabela 2. Análise do delta das variáveis eletromiográficas entre os grupos.

Variáveis	Tubo T	PSV	p-valor
<i>FMED (Hz)</i>			
Diafragma E	$5,58 \pm 23,73$	$-2,78 \pm 20,91$	0,977
Diafragma D	$1,69 \pm 15,44$	$-0,05 \pm 20,92$	0,932
Peitoral maior	$1,44 \pm 19,48$	$-5,91 \pm 22,04$	0,280
Reto abdominal	$-10,97 \pm 23,94$	$4,54 \pm 13,71$	0,775
<i>Root Mean Square (%)</i>			
Diafragma E	$9,47 \pm 10,32$	$3,86 \pm 6,47$	0,474
Diafragma D	$6,72 \pm 6,60$	$5,28 \pm 4,49$	0,423
Peitoral maior	$10,25 \pm 7,49$	$5,72 \pm 4,98$	0,048*
Reto abdominal	$26,18 \pm 12,78$	$3,92 \pm 11,76$	0,009*

RMS= percentual de *root mean square*; FMED= frequência mediana.

* Teste de ANCOVA, significância estatística p=0,05.

Figura 2. Análise intragrupo do %RMS nos músculos analisados.

Teste de ANCOVA, significância estatística $p=0,05$.

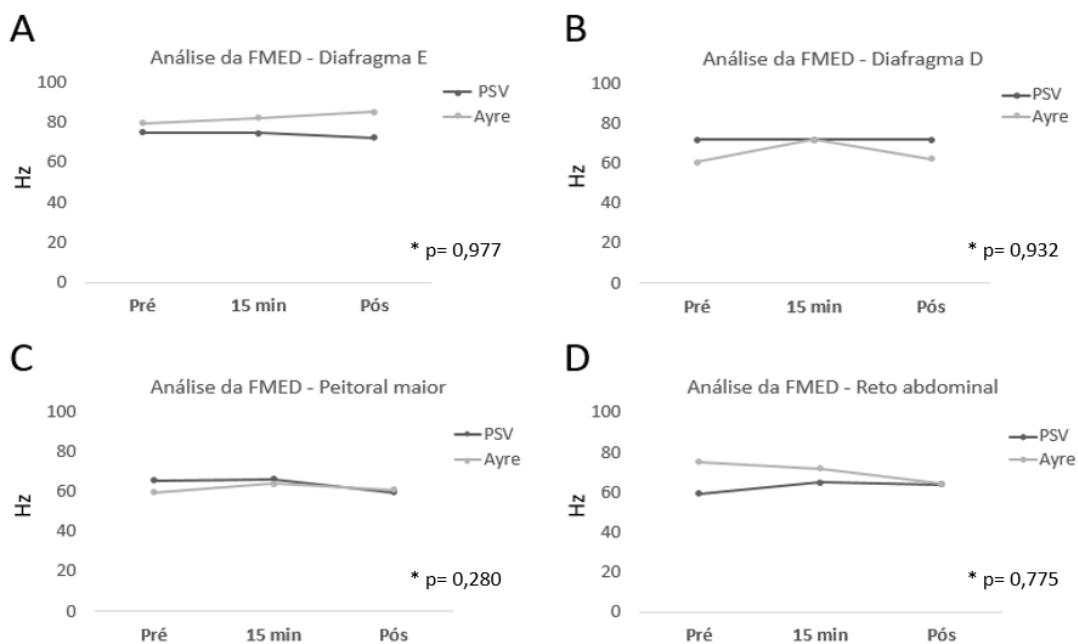
Figura A: tubo T= Pré x 15 min ($p=0,024$); 15min x pós ($p=0,040$); Pré x pós ($p=0,002$).

Figura B: tubo T= Pré x 15 min ($p=0,012$); 15 min x pós ($p=0,002$); Pré x pós ($p=0,001$); PSV= Pré x 15 min ($p=0,009$); 15 min x pós ($p=0,008$); Pré x pós ($p<0,001$);

Figura C: tubo T= Pré x 15 min ($p=0,001$); Pré x pós ($p<0,001$); PSV= Pré x 15 min ($p= 0,004$); 15 min x pós ($p=0,044$); Pré x pós ($p<0,001$);

Figura D: tubo T= Pré x 15 min ($p<0,001$); 15 min x pós ($p<0,001$); Pré x pós ($p<0,001$);

*Análise da variação entre os grupos. %RMS= percentual de *root mean square*; PSV= pressão de suporte ventilatório.

Figura 3. Análise intragrupo da FMED nos músculos analisados.

Teste de ANCOVA, significância estatística $p=0,05$. FMED= frequência mediana; PSV= pressão de suporte ventilatório; Hz= Hertz. *Análise da variação entre os grupos.

DISCUSSÃO

Em nosso estudo, avaliamos 16 pacientes durante o desmame da VM que obtiveram sucesso no TRE e extubação ⁽¹⁾. Na comparação da variação entre os grupos, observamos que o método tubo T apresentou maior %RMS do músculo peitoral maior e reto abdominal comparado ao PSV. Não encontramos diferenças significativas de variação entre os grupos em nenhum músculo avaliado quanto à análise da FMED.

Elencamos como desfecho principal a comparação da variação eletromiográfica do %RMS entre os métodos de TRE estudados, nos músculos diafragma⁽¹³⁾, peitoral maior e reto abdominal. A EMG de superfície do músculo esternocleidomastóideo costuma ser mais frequente ^(14, 17, 27) por ser um dos principais músculos acessórios da inspiração. No entanto, no presente estudo optamos por avaliar outro músculo acessório (peitoral maior) situado um pouco mais distante da cervical, região onde situam-se a maior parte dos dispositivos vasculares, como cateteres e acessos venosos centrais, dificultando assim, captação e homogeneidade da amostra.

Uma revisão sistemática realizada comparando os métodos de TRE com tubo T e PSV, apontou mínimas diferenças entre tais métodos em algumas variáveis, demonstrando maior FR no TRE com tubo T, por exemplo, corroborando à diferença na FR encontrada em nosso estudo ⁽¹¹⁾. Além disso, é encontrado na literatura inferências de que o TRE em tubo T apresente maior fadiga devido à resistência imposta pelo tubo ⁽²⁸⁾.

Durante a ventilação com PSV, a pressão positiva auxilia a fase inspiratória, reduzindo o trabalho respiratório ⁽²⁷⁾. Além disso, o tubo T apresenta maior consumo calórico quando avaliado por calorimetria indireta em comparação com o método de PSV ⁽²⁴⁾, tal fato pode justificar nossos achados, onde identificamos maior ativação muscular respiratória no TRE com tubo T.

Um outro fator que pode explicar a diferença encontrada entre os métodos é a necessidade de aspiração de vias aéreas apresentada, que foi maior no TRE com tubo T, pois o ato de tossir envolve recrutar mais unidades motoras respiratórias. Entretanto, não encontramos associações entre a necessidade de aspiração de vias aéreas com nenhuma variável eletromiográfica estudada.

As avaliações eletromiográficas no âmbito de UTI vêm sendo cada vez mais utilizadas. Recentemente um estudo piloto ⁽²²⁾ realizado com 10 pacientes observou valores mais elevados nas variáveis eletromiográficas de retardo médio e frequência central do músculo diafragma no grupo que apresentou falha no TRE. Os autores ainda

sugerem um novo índice preditivo para desmame, bem como a utilização da eletromiografia de superfície como procedimento diagnóstico não invasivo para avaliação de pacientes no TRE. Outro estudo realizado também durante o TRE em tubo T, porém com pacientes traqueostomizados, demonstrou que aqueles que falham apresentam maior recrutamento muscular no músculo esternocleidomastóideo, avaliado através do %RMS (17).

No presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos quanto a variação eletromiográfica de %RMS para o músculo diafragma. Entretanto, no comportamento intragrupo, foi observado aumento significativo no %RMS no minuto 15 e 30 do hemidiafragma esquerdo em tubo T e no minuto 15 e 30 no hemidiafragma direito, tanto em tubo T quanto PSV. Cabe salientar que o diafragma é um músculo peculiar quanto à sua arquitetura e fisiologia, possuindo maior número de fibras tipo I, que são altamente resistentes à fadiga. Até o presente momento, não há consenso na literatura quanto ao melhor ponto a se posicionar os eletrodos para avaliação eletromiográfica diafragmática. Em nosso estudo, foram utilizados dois pontos anteriores, utilizando uma adaptação do estudo Duiverman *et al.* (2004)⁽¹³⁾, que realizou a avaliação em dois pontos anteriores e dois pontos posteriores. Alguns estudos sugerem que o melhor ponto se localiza entre o sétimo e oitavo espaço intercostal alinhado perpendicularmente ao centro da clavícula (22, 29, 30), entretanto, os mesmos autores relatam que pode haver mistura de sinais dos músculos intercostais neste método.

Para Merletti, a FMED é a variável que melhor demonstra as alterações na velocidade de condução das fibras musculares esqueléticas (26), sendo considerada como a melhor variável para demonstrar fadiga muscular na ocorrência da diminuição do seu espectro para baixas frequências (18, 26). Tal efeito não foi observado em nosso estudo, podendo estar associado ao fato de que a amostra avaliada foi constituída por pacientes moderadamente graves, com estimativa de mortalidade em 40% (31), baixo tempo de VM e de internação na.

O RMS, extraído na forma de micro volts (μV) e analisado em percentual de ativação (%RMS) é o parâmetro que possibilita melhor expressão do potencial de ação muscular (32, 33). Não houve diferença na variação da FMED entre os grupos, no entanto, à análise do %RMS demonstrou um aumento de atividade muscular no TRE com tubo T. Com isso, podemos inferir o método de TRE em tubo T ocasionou maior ativação muscular sem, no entanto, ocasionar fadiga muscular respiratória.

Devem ser ressaltadas algumas limitações do presente estudo, como o fato de não ser possível generalizar os dados obtidos, devido ao fato do estudo ser de caráter unicêntrico. Além disto, não foi possível realizar sigilo da alocação, pelo fato de todas as avaliações terem sido realizadas pelo investigador principal e não ter havido possibilidade de mascarar qual tipo de TRE que estava sendo proposto. Captações de ruídos por interferência do sinal eletrocardiográfico estiveram presentes e foram abrandadas com a utilização de filtros específicos em todos músculos avaliados. Em relação à avaliação eletromiográfica diafragmática, são necessários mais estudos com finalidade de padronizar o método avaliativo. Por fim, sugerimos a realização de estudos estratificando populações específicas.

CONCLUSÕES

Em nosso estudo, podemos concluir que o método de TRE em tubo T apresentou maior ativação muscular eletromiográfica respiratória em relação ao método de TRE em PSV, demonstrando que há um aumento de recrutamento muscular sem, no entanto ocasionar fadiga aos músculos respiratórios avaliados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da equipe de Fisioterapeutas do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, e também à Fundação de Incentivo a Pesquisa e Eventos (FIPE-HCPA; Fundação de Incentivo ao Pesquisa e Eventos).

REFERÊNCIAS

1. Goldwasser R, Farias A, Freitas EE, Saddy F, Amado V, Okamoto V. Desmame e interrupção da ventilação mecânica. *Rev. bras. ter. intensiva.* 2007;19(3):384-92.
2. Esteban A, Alia I, Ibanez J, Benito S, Tobin MJ. Modes of mechanical ventilation and weaning. A national survey of Spanish hospitals. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest.* 1994;106(4):1188-93.
3. Eskandar N, Apostolakis MJ. Weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Clin.* 2007;23(2):263-74.
4. Barbas CS, Isola AM, Farias AM, Cavalcanti AB, Gama AM, Duarte AC, et al. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part 2. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2014;26(3):215-39.

5. Ntoumenopoulos G, Presneill JJ, McElholum M, Cade JF. Chest physiotherapy for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med.* 2002;28(7):850-6.
6. Jeon K. Impact of delirium on weaning from mechanical ventilation in medical patients - Reply. *Respirology.* 2016;21(5):971-2.
7. Vassilakopoulos T, Petrof BJ. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004;169(3):336-41.
8. Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P, et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *N Engl J Med.* 2008;358(13):1327-35.
9. Frutos-Vivar F, Esteban A. Critical illness polyneuropathy: a new (or old?) reason for weaning failure. *Crit Care Med.* 2005;33(2):452-3.
10. Rothaar RC, Epstein SK. Extubation failure: magnitude of the problem, impact on outcomes, and prevention. *Curr Opin Crit Care.* 2003;9(1):59-66.
11. Ladeira MT, Vital FM, Andriolo RB, Andriolo BN, Atallah AN, Peccin MS. Pressure support versus T-tube for weaning from mechanical ventilation in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014(5):Cd006056.
12. Savi A, Teixeira C, Silva JM, Borges LG, Pereira PA, Pinto KB, et al. Weaning predictors do not predict extubation failure in simple-to-wean patients. *J Crit Care.* 2012;27(2):221.e1-8.
13. Duiverman ML, van Eykern LA, Vennik PW, Koeter GH, Maarsingh EJ, Wijkstra PJ. Reproducibility and responsiveness of a noninvasive EMG technique of the respiratory muscles in COPD patients and in healthy subjects. *J Appl Physiol (1985).* 2004;96(5):1723-9.
14. Cardoso DM, Paiva DN, Albuquerque IM, Jost RT, Paixao AV. Effects of expiratory positive airway pressure on the electromyographic activity of accessory inspiratory muscles in COPD patients. *J Bras Pneumol.* 2011;37(1):46-53.
15. Valenzuela S, Miralles R, Santander H, Bull R, Cordova R, Celhay I, et al. Effects of breathing type on electromyographic activity of respiratory muscles at different body positions. *Cranio.* 2017;35(2):110-5.
16. Jung JH, Kim NS. Relative activity of respiratory muscles during prescribed inspiratory muscle training in healthy people. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(3):1046-9.
17. Parthasarathy S, Jubran A, Laghi F, Tobin MJ. Sternomastoid, rib cage, and expiratory muscle activity during weaning failure. *J Appl Physiol (1985).* 2007;103(1):140-7.
18. Kramer M, Ebert V, Kinztl L, Dehner C, Elbel M, Hartwig E. Surface electromyography of the paravertebral muscles in patients with chronic low back pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(1):31-6.
19. Bueno DR, Lizano JM, Montano L. Muscular fatigue detection using sEMG in dynamic contractions. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2015;2015:494-7.
20. Graham RB, Wachowiak MP, Gurd BJ. The assessment of muscular effort, fatigue, and physiological adaptation using EMG and wavelet analysis. *PLoS One.* 2015;10(8):e0135069.
21. Walterspercher S, Guckler J, Pietsch F, Walker DJ, Kabitz HJ, Dreher M. Activation of respiratory muscles during weaning from mechanical ventilation. *J Crit Care.* 2017;38:202-8.
22. Ortega ICM, Valdivieso AMH, Lopez JFA, Villanueva MAM, Lopez LHA. Assessment of weaning indexes based on diaphragm activity in mechanically ventilated subjects after cardiovascular surgery. A pilot study. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2017;29(2):213-21.

23. Busanello-Stella AR, Blanco-Dutra AP, Correa EC, Silva AM. Electromyographic fatigue of orbicular oris muscles during exercises in mouth and nasal breathing children. *Codas*. 2015;27(1):80-8.
24. dos Santos LJ, Hoff FC, Condessa RL, Kaufmann ML, Vieira SR. Energy expenditure during weaning from mechanical ventilation: is there any difference between pressure support and T-tube? *J Crit Care*. 2011;26(1):34-41.
25. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*. 2000;10(5):361-74.
26. Merletti R. Standards for reporting EMG data. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 1999;9(1).
27. Brochard L, Harf A, Lorino H, Lemaire F. Inspiratory pressure support prevents diaphragmatic fatigue during weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis*. 1989;139(2):513-21.
28. Gandia F, Blanco J. Evaluation of indexes predicting the outcome of ventilator weaning and value of adding supplemental inspiratory load. *Intensive Care Med*. 1992;18(6):327-33.
29. Hodges PW, Gandevia SC. Pitfalls of intramuscular electromyographic recordings from the human costal diaphragm. *Clin Neurophysiol*. 2000;111(8):1420-4.
30. Bruce EN, Ackerson LM. High-frequency oscillations in human electromyograms during voluntary contractions. *J Neurophysiol*. 1986;56(2):542-53.
31. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med*. 1985;13(10):818-29.
32. Basmajian JV. *Muscles alive: Their functions revealed by electromyography*: Baltimore: Williams & Wilkins.; 1985.
33. Fridlund AJ, JJ. C. Guidelines for human EMG research. *Psychophysiology*. 1995;23(5):1496-500.

CONCLUSÕES

Geral

Os resultados do nosso estudo demonstraram que a avaliação eletromiográfica durante o TRE apresentou maior ativação muscular respiratória durante a execução da técnica de desmame em tubo T nos músculos reto abdominal e peitoral maior em relação à PSV, sem, no entanto, ocasionar fadiga muscular. Tais achados sugerem que o tubo T é um método que demanda fisicamente mais esforço dos pacientes. Contudo, há necessidade de realização de novas pesquisas para confirmar estes achados nessa e em demais populações.

Específica

Não houve diferença de variação entre os grupos nas análises da FMED em nenhum músculo avaliado.

Houve diferença na variação entre os grupos do %RMS nos músculos reto abdominal e peitoral maior. Tal diferença não foi observada no músculo diafragma.

O %RMS na avaliação intragrupo durante o tubo T apresentou diferença em todos os músculos avaliados (pré x minuto 15 e pré x minuto 30)

O %RMS na avaliação intragrupo durante a PSV apresentou diferenças apenas nos momentos pré x minuto 15 nos músculos diafragma D e peitoral maior, não havendo diferenças nas demais análises.

A FMED não apresentou diferenças intragrupo no método tubo T

A FMED não apresentou diferenças no método PSV.

Não houve correlações entre a FMED e RMS com sinais vitais, SpO₂, comorbidades, causa da internação e necessidade de aspiração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso estudo trás mais uma ferramenta para a comparação entre dois conhecidos métodos de TRE, tubo T e PSV. Utilizamos uma ferramenta de avaliação biomecânica, muito utilizada na fisioterapia para avaliação do movimento humano e músculos respiratórios. Entretanto, no âmbito da UTI esse instrumento é pouco utilizado.

Estudos já demonstraram diferenças entre os métodos, onde apresentam o tubo T como método que mais exige fisicamente e fisiologicamente dos pacientes. Em nosso estudo, elencamos como desfecho principal a variação eletromiográfica do %RMS e FMED entre os métodos de TRE estudados. Em nossos resultados, houve uma maior demanda muscular no TRE realizado através do tubo T, que apresentou maior ativação muscular respiratória do peitoral maior e reto abdominal em relação à PSV 7 cmH₂O, sem, no entanto, detectar fadiga muscular respiratória observada através das comparações pela FMED durante os testes em tubo T e PSV.

Neste estudo, selecionamos para avaliação os músculos reto abdominal (principal músculo expiratório), peitoral maior e diafragma. Optamos por avaliar o peitoral maior como músculo inspiratório acessório devido ao fato da região cervical (onde estão os principais músculos acessórios inspiratórios – escalenos e esternocleidomastóideo) ser sítio de diversos dispositivos vasculares. Já a análise do diafragma que ainda é controversa na literatura, foi realizada com metodologia a qual acreditamos ser a de melhor fidedignidade para extração do seu sinal, região a qual não há possibilidade de haver interferência de outro músculo na análise.

O desmame é influenciado não apenas por fatores relacionados à VM, mas também pelas diferentes afecções e patologias das diferentes populações. Com isso, optamos por não incluir indivíduos com DPOC e pacientes com afecções neurológicas e neuromusculares. São necessários estudos futuros para o conhecimento do comportamento das variáveis de EMG em distintas populações durante o TRE entre os métodos utilizados neste estudo.