

Artigo original

Força muscular respiratória em diferentes tempos de oclusão em pacientes com traumatismo cranioencefálico

Respiratory muscle strength at different times of occlusion in patients with traumatic brain injury

Pablo Calmon Alves Silva, Ft.*, Mônica Lajana Oliveira de Almeida, Ft. M.Sc.***, Helena França Correia dos Reis, D.Sc.***

.....
*Fisioterapeuta dos Hospitais Santa Izabel e do Hospital Santo Antônio das Obras Sociais Irmã Dulce, Salvador/BA, especialista em cardiopulmonar e UTI, coordenador do núcleo cardiopulmonar do grupo GNAP, **Fisioterapeuta da UTI do Hospital Geral do Estado, Salvador/BA, ***Professora da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Fisioterapeuta UTI do Hospital Geral do Estado – HGE, Salvador/BA

Resumo

Introdução: A ventilação mecânica (VM) é um componente importante nos cuidados intensivos, porém o seu uso prolongado acarreta inatividade e disfunção diafragmática e associado a outros fatores interfere na força muscular respiratória (FMR) em cerca de 40% dos pacientes mecanicamente ventilados, tornando-se relevante o conhecimento sobre a avaliação funcional respiratória, possivelmente mais precisa. **Objetivo:** Verificar a FMR em diferentes tempos de oclusão, em uma população específica de pacientes com traumatismo cranioencefálico (TCE). **Métodos:** Trata-se de um estudo de delineamento longitudinal, constituído por 40 pacientes adultos vítimas de traumatismo crânio encefálico, com via aérea artificial, no qual fora realizada a mensuração da FMR através da oclusão da via aérea por tempos variáveis (20,30 e 40 segundos). **Resultados:** Os valores de P_Imax apresentados foram de 58,3 ± 27,6 cm H₂O para o tempo de oclusão de 20s; 74,1 ± 31,1 cm H₂O para o tempo de 30s e 81,3 ± 33 cm H₂O para o tempo de 40s, e estes valores, quando pareados, resultaram numa significância estatística (p = 0,000). **Conclusão:** A mensuração da PI com tempo de oclusão de 40 segundos demonstrou maiores valores do que a maioria dos estudos bem como maiores valores quando comparado com os tempos de oclusão 20 e 30 segundos.

Palavras-chave: força muscular respiratória, fraqueza muscular respiratória, ventilação mecânica, traumatismo cranioencefálico, Fisioterapia.

Abstract

Introduction: Mechanical ventilation (MV) is an important component in intensive care, however prolonged use of MV leads to inactivity and to diaphragmatic dysfunction which associated with other factors interferes in respiratory muscle strength (RMS) in approximately 40% of mechanically ventilated patients. **Objective:** To investigate the RMS in different occlusion times, in a specific population of patients with traumatic brain injury (TBI). **Methods:** This longitudinal design study, composed of 40 adult patients victims of TBI, with artificial airway, carried out RMS measurement of airway occlusion by variable times (20, 30 and 40 seconds) . **Results:** The P_Imax values were 58.3 ± 27.6 cm H₂O to the 20 s of occlusion time; 74.1 ± 31.1 cm H₂O for the time of 30 s and 81.3 ± 33 cm H₂O for the time of 40 s, and these values, in a paired analysis, resulted statistically significant (p = 0, 000). **Conclusion:** The measurement of PI in 40 seconds occlusion time showed higher values than most studies, as well as higher values compared to the occlusion times 20:30 seconds.

Key-words: respiratory muscle strength, respiratory muscle weakness, mechanical ventilation, traumatic brain injury, Physical therapy.

Recebido em 31 de janeiro de 2014; aceito em 20 de setembro de 2015.

Endereço de correspondência: Pablo Calmon Alves Silva, Avenida 7 de Setembro, 4313/305 Edifício Napoli 40140-110 Salvador BA, E-mail: pablo.calmon@hotmail.com

Introdução

O traumatismo cranioencefálico (TCE) é o principal responsável pelas elevadas taxas de letalidade e sequelas em politraumatizados em todo o mundo [1]. No ano de 2001, foi realizado um estudo de caracterização de pacientes com trauma cranioencefálico na cidade do Salvador/BA, Brasil. Composto por 11.028 pacientes vítimas de TCE cuja principal causa foi agressão física seguida de queda de altura e acidente motociclístico, verificou-se um predomínio de indivíduos do sexo masculino, idade entre 21-30 anos, dos quais 138 cursaram com sequela neurológica e 127 vieram a óbito [1-3]. Segundo registros de ocorrências no SUS por causas externas, no ano de 2011, houve 514.211 internações no Brasil por TCE, destas 12.800 vieram a óbito, resultando numa taxa de mortalidade de 2,34% [4].

A ocorrência de hipóxia cerebral, o aumento da pressão intracraniana (PIC) associado ao rebaixamento do nível de consciência e insuficiência respiratória aguda (IRpA) tornam necessária a utilização de uma via aérea artificial e da ventilação mecânica (VM), a fim de controlar e reduzir as complicações provenientes do trauma [5-7]. A VM é um componente importante nos cuidados intensivos, porém o seu uso prolongado e inadequado acarreta inatividade e disfunção diafragmática que associado a outros fatores (sedativos, bloqueadores neuromusculares, imobilidade, infecções, pneumopatias, desnutrição e doenças neuromusculares) interfere na força muscular respiratória (FMR) em cerca de 40% dos pacientes mecanicamente ventilados [8-14].

A alteração de FMR é um fator que influencia diretamente de forma deletéria no processo de desmame da VM, prolongando a estadia do paciente no hospital e expondo-o a maiores complicações [10-15].

A medida da FMR através das pressões geradas pelos músculos da respiração é um marcador funcional importante no diagnóstico de fraqueza muscular respiratória, bem como índice preditivo de fracasso do desmame [16,17]. A mensuração da FMR é um exame simples e objetivo, que pode ser realizado utilizando bocal, máscara ou dispositivos com sistemas de válvulas a depender da abordagem metodológica e o grau de cooperação dos pacientes [18, 19].

Existem diversas metodologias descritas na literatura sobre a realização da mensuração das pressões respiratórias máximas, mais precisamente no que se diz ao tempo de oclusão em pacientes que estejam utilizando via aérea artificial (VAA), ventilados mecanicamente ou não. Em sua maioria, os estudos realizam o bloqueio da respiração utilizando válvula unidirecional por um tempo de oclusão de 20 segundos, porém destacam a possibilidade da subestimação dos valores da pressão inspiratória máxima (PI_{max}), e a importância da realização de mais estudos com tempos de oclusão superiores aos avaliados [9,12,21,22].

A literatura é escassa em relação às alterações do declínio da FMR e tempo de oclusão para mensuração em pacientes

intubados e traqueostomizados. A musculatura respiratória pode ter um declínio quando submetidos à imobilidade secundária a VM invasiva, portanto justifica-se a importância do conhecimento dos valores de FMR em diferentes tempos de oclusão. O fisioterapeuta é o profissional responsável pela monitorização e otimização da função respiratória na UTI, tornando-se relevante o conhecimento sobre a avaliação funcional respiratória, possivelmente mais precisa.

Este trabalho objetivou verificar a FMR em diferentes tempos de oclusão, em uma população específica de pacientes com TCE.

Material e métodos

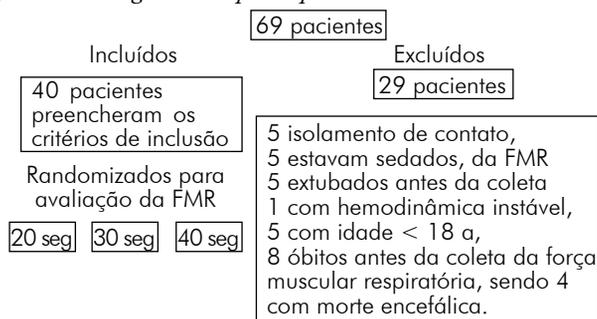
Desenho do estudo

Trata-se de um estudo de delineamento longitudinal, randomizado, realizado no período de abril a julho de 2011 e continuado no mês de abril de 2013, nas três unidades de terapia intensiva (UTIs) do Hospital Geral do Estado (HGE), Salvador – BA.

Causística

Durante o período de abril a julho de 2011 e abril de 2013, foram admitidos na UTI do Hospital Geral do Estado da Bahia, 69 pacientes, destes 40 preencheram os critérios de inclusão. Houve 29 exclusões, pois 5 estavam em isolamento de contato, 5 estavam sedados, 5 extubados antes da coleta da força muscular respiratória, 1 com hemodinâmica instável, 5 com idade inferior a 18 anos, 8 óbitos antes da coleta da força muscular respiratória, dos quais 4 com morte encefálica. (Figura 1)

Figura 1 - Fluxograma dos participantes do estudo.



A população foi constituída de 40 pacientes adultos vítimas de TCE (idade > 18 anos, de ambos os gêneros, ventilados mecanicamente por pelo menos 2 dias, após o início do teste de respiração espontânea (TRE), estáveis hemodinamicamente, expressa por boa perfusão tecidual, independência de vasopressores (doses baixas são toleráveis), ausência de insuficiência coronariana descompensada ou arritmias com repercussão hemodinâmica, adequada troca gasosa, pressão

arterial de oxigênio (PaO_2) ≥ 60 mmHg com fração inspirada de oxigênio (FIO_2) $\leq 0,4$ e positive end expiratory pressure (PEEP) ≤ 5 a 8 cm H_2O e serem capazes de realizar esforços inspiratórios [9].

Critérios de inclusão e exclusão

Foram excluídos pacientes com relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$ mmHg, curarizados, sedados, submetidos a cirurgias abdominais, com risco de deiscência de sutura, doença arterial coronariana, insuficiência cardíaca, hipertensão intracraniana, instabilidade da caixa torácica, fistulas broncopleurais ou traqueoesofágicas, pacientes em isolamento de contato, em morte encefálica [23] e com sinais de aumento de trabalho respiratório expresso por frequência respiratória (FR) ≥ 40 ipm, atividade expiratória e/ou uso de musculatura acessória.

Procedimento experimental

A coleta dos dados primários foi realizada pela mensuração da FMR do paciente através da oclusão da via aérea por tempos variáveis, utilizando um manovacuômetro analógico do modelo e marca GEAR, com resultados fornecidos em centímetros de água e variação dos valores de 0 a 120 cm/ H_2O e 0 a -120 cm/ H_2O , juntamente com a utilização de uma válvula bidirecional. O paciente foi colocado com a cabeceira do leito elevada a 45° e o procedimento explicado ao mesmo, independente do nível de consciência. Todos os pacientes estavam no modo ventilatório de pressão de suporte (PSV) ≤ 20 cm H_2O ou em tubo T. No momento da aferição da FMR o paciente foi desconectado do VM e a válvula bidirecional acoplada à via aérea por tempos de 20, 30 e 40 segundos escolhidos aleatoriamente por sorteio, com intervalos de 2 minutos entre cada mensuração. A higiene brônquica foi realizada 10 minutos antes da aplicação do protocolo caso fosse necessário [19]. Como critério de interrupção da manobra, foi utilizada a associação de dois ou mais critérios: $\text{SpO}_2 \leq 90\%$, $\text{FC} \geq 140$ bpm, $\text{PAM} \geq 120$ mmHg [23].

Os dados secundários foram coletados através do preenchimento de uma ficha clínica por informações encontradas em prontuário como as características da população, informações do acidente, internamento na UTI, necessidade de traqueostomia, força muscular respiratória, dados da extubação, tempo de VM, de permanência na unidade de terapia intensiva e desfecho clínico.

Análise estatística

O teste t Student foi utilizado para comparação das médias das pressões inspiratórias e expiratórias nos tempos de oclusão de 20, 30 e 40 segundos. O programa utilizado para análise dos dados foi o SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versão 12.0.

O trabalho foi submetido ao comitê de ética em pesquisa (CEP) da Faculdade de Tecnologia e Ciências (FTC), protocolo N° 3230 e somente após a sua aceitação, iniciou-se o período de coleta de dados. De acordo com a Lei n° 466/2012, todas as avaliações foram realizadas apenas após a concordância dos responsáveis pelos indivíduos participantes do estudo manifestos pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, no qual foi esclarecido todo o procedimento e garantido o anonimato, confidencialidade, direito a recusa e desistência de continuar participando do estudo a qualquer momento, sem nenhuma punição seja esta em qualquer forma.

Resultados

Houve uma predominância do sexo masculino, com 33 pacientes (82.5%), sendo a média de idade do total de pacientes de $39,3 \pm 16,7$. Dentre os tipos de via aérea presente nos pacientes do estudo, encontra-se uma frequência de 16 intubados orotraquealmente e 24 traqueostomizados. O tempo médio de ventilação mecânica foi de 214,77 horas equivalente a 8,9 dias, sendo média de 7,26 dias com permanência em modos assisto controlados.

Dentre os tipos de trauma, houve uma predominância do trauma aberto; com 27 pacientes (71,1%). O tipo de acidente que predominou foi o motociclístico, com 16 (40%), seguidos de atropelo e acidente automobilístico.

Não houve diferença na proporção de indivíduos que foram submetidos a tratamentos conservador e cirúrgico.

Em relação ao tempo de internamento na unidade de terapia intensiva, a média foi de $15,78 \pm 6,94$ dias. (Tabela I)

Tabela I - Características da amostra.

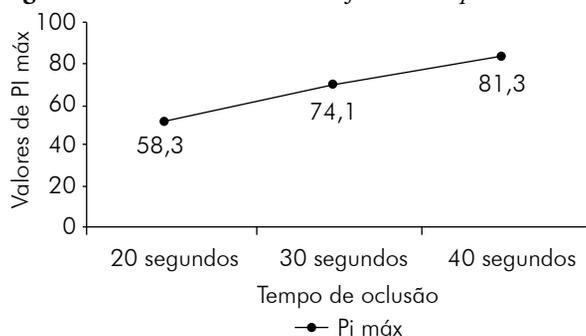
Gênero	Masculino 33	Feminino 07
Idade	$39,3 \pm 16,7$ anos	
via aérea	TOT 16	TQT 24
Tempo de VM	8,9 dias	
Tempo em modos A/C	7,26 dias	
Tipo de acidente	Motociclístico 16 (40%),	
Tipo de trauma	Aberto 27 (71%)	Fechado 13 (29%)
Tipo de tratamento	Conservador (50%)	Cirúrgico (50%)
Tempo de internamento na UTI	$15,78 \pm 6,94$ dias	

VM = Ventilação mecânica; TQT = Traqueostomia; IOT = Tubo orotraqueal; UTI = Unidade de terapia intensiva; A/C = Assisto-controlado.

Os valores de PImax apresentados foram de $58,3 \pm 27,6$ cm H_2O para o tempo de oclusão de 20s; $74,1 \pm 31,1$ cm H_2O para o tempo de oclusão de 30s e $81,3 \pm 33$ cm H_2O para o

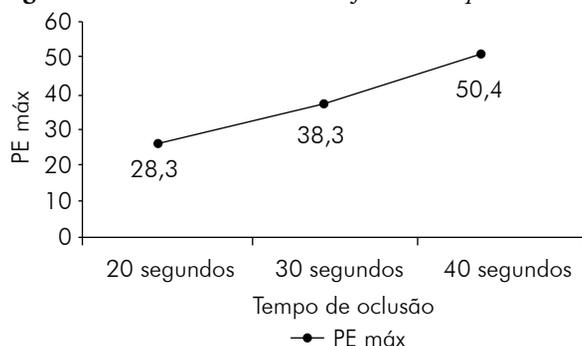
tempo de oclusão de 40 s, sendo estes valores quando pareados (20s com 30 e 40s) bem como (30s com 40s), resultando numa significância estatística ($p = 0,000$). (Figura 2)

Figura 2 - Valores de PI máx em diferentes tempos de oclusão.



Os valores de PE_{max} apresentados foram de $28,3 \pm 15,7$ cmH₂O para o tempo de oclusão de 20s; $38,3 \pm 24$ cmH₂O para o tempo de oclusão de 30s e $50,4 \pm 29,4$ cmH₂O para o tempo de oclusão de 40 s, sendo estes valores quando pareados (20 s com 30 e 40 s) bem como (30 s com 40 s), resultando numa significância estatística ($p = 0,000$). (Figura 3)

Figura 3 - Valores de PE máx em diferentes tempos de oclusão.



Discussão

Em 1969, Black & Hyatt [17] introduziram uma forma simples de se mensurar pressões respiratórias máximas com um manômetro/manovacuômetro graduado em cmH₂O, demonstrando que essa era uma medida quantitativa da função e da força dos músculos respiratórios. Desde então, a força muscular respiratória é medida universalmente através da determinação das pressões respiratórias máximas.

A função dos músculos respiratórios, quando submetidos por muito tempo ao ventilador mecânico e/ou com manejo inadequado invasivo, sofre alterações. Assim, para que ocorra um processo de desmame ventilatório efetivo é necessária uma avaliação específica e precisa da força muscular respiratória associado a intervenções de treinamento muscular respiratório até que a condição dessa musculatura esteja restabelecida e consiga realizar suas funções sem o uso do ventilador mecânico invasivo [11,24-26].

Melo *et al.* [1], em um trabalho retrospectivo de corte transversal, com 555 prontuários de vítimas de TCE admitidos no HGE, no ano de 2001, que tinha como objetivo descrever as características de pacientes com TCE na cidade do Salvador/BA assim como determinar as faixas etárias mais acometidas, encontraram um predomínio do sexo masculino, cerca de 82,9% com faixa etária entre 21 e 30 anos. Mascarenhas *et al.* afirmaram que 50% vítimas de TCE secundário devido a acidente automobilístico, com alta mortalidade, são adolescentes e adultos jovens dos 15 aos 24 anos [27]. Em outros dois estudos, Koizumi *et al.* [28] e Porto *et al.* [29], o resultado relacionado às variáveis antropométricas revelaram a predominância de jovens do sexo masculino. Corroborando o presente estudo, no qual a amostra investigada caracterizou-se como sendo predominantemente por indivíduos jovens do sexo masculino.

Quanto a identificação das causas do trauma, vários autores [1,30,3,31] observaram que os acidentes por meios de transporte foram as principais causas de internamento em vítimas de TCE. No trabalho de Koizumi *et al.* [28], a causa externa mais comum foram os acidentes de trânsito (acidente automobilístico, motociclístico e atropelamento), atingindo 72,4% dos pacientes, ou seja, a grande maioria. Dados estes concordantes com o presente estudo, que teve como principal fator causal os acidente motociclísticos, seguidos de atropelo, acidente automobilístico, agressão física, perfuração por arma de fogo (PAF) e outros não especificados. Este resultado provavelmente deve-se a imprudência no trânsito e o descaso em relação ao uso de acessórios de segurança, bem como um crescente número de motociclistas nas grandes cidades do país.

Em complemento, outros dois estudos [32,33], com pacientes vítimas de TCE, tiveram como principal causa desta lesão os acidentes automobilísticos. No primeiro estudo, houve também uma associação de bebidas alcoólicas, o que acarreta não apenas o aumento do risco de acidentes, mas também prejudica a avaliação neurológica. No estudo de Porto *et al.* [29], predominaram os acidentes automobilísticos apenas em um grupo da amostra total, visto que no outro grupo a queda da própria altura foi predominante.

Na presente pesquisa, o tempo médio de VM foi de $8,9 \pm 86,3$ dias, sendo o tempo mínimo de 2 dias e o máximo de 15 dias, tempo este semelhante ao resultado obtido no trabalho de Sogame *et al.* [34] que em análises uni e multivariadas encontraram um tempo de VM ≥ 48 horas. A ocorrência de complicações pulmonares em pós-operatório de cirurgia intracraniana eletiva pode explicar o tempo de VM. Este tempo prolongado pode ser justificado também por Saback *et al.* [7] e Stevens *et al.* [35], os quais citaram respectivamente que os pacientes vítimas de TCE, quando a escala de coma de glasgow (ECG) varia de 3 a 8, correm risco de broncoaspiração e de desencadear a síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA). Desta forma, torna-se imprescindível a intubação traqueal e consequente maior tempo de ventilação mecânica.

No estudo de Salam [36], o tempo de VM foi de $5,7 \pm 0,6$ dias. Boudierka [37] encontrou um tempo de $14,5 \pm 7,3$ dias, resultado este semelhante ao da pesquisa de Esteban *et al.* [38], realizado com pacientes neurológicos. Observou-se que pacientes neurológicos exigiram o uso de VM por longos períodos quando comparados a pacientes clínicos (média de tempo 16 dias vs. 10 dias). Essa discrepância de dados em relação ao tempo de VM se deve provavelmente aos diferentes perfis dos pacientes.

Uma estratégia sugerida por Dunham CM [39], em uma meta-análise incluindo estudos em trauma, foi a realização de traqueostomia, visto que com esse tipo de via aérea artificial pode acelerar o desmame da VM em pacientes que apresentam lesão cerebral traumática grave. Esta última conclusão foi baseada no estudo de Boudierka [38], o qual observou numa pequena amostra randomizada de pacientes com TCE menor tempo de VM no grupo que realizara traqueostomia quando comparado ao dos intubados ($14,5 \pm 7,3$ dias vs $17,5 \pm 10,6$ dias).

Referente ao tempo de permanência na unidade de terapia intensiva, Porto *et al.* [29] encontraram um tempo médio de hospitalização de 27,25 dias para o grupo óbitos, o tempo mínimo foi de 7 e o máximo de 56 dias, já para o grupo vivos o tempo médio de internação foi de 21,83 dias, com mínimo e máximo de 6 e 38 dias, respectivamente. No presente estudo, foi encontrada uma média de permanência na unidade de terapia intensiva semelhante ($15,7 \pm 6,9$ dias), porém o tempo máximo e mínimo foram menores sendo, respectivamente, 5 e 33 dias. Este resultado deve-se provavelmente às comorbidades ocorrentes no período de internamento, evidenciado no trabalho de Sogame *et al.* [34] que afirmou que pacientes com complicações mantiveram uma média de 9 dias na UTI enquanto aqueles que não apresentaram, permaneceram apenas 2 dias.

Corroborando os resultados do presente estudo, Guimarães FS [21] investigou a avaliação da P_{Imax} em trinta pacientes com etiologias diversas, não cooperativos e em processo de desmame da VM através de dois tempos de oclusão em 20 e 40s, demonstrando que houve diferença significativa ao se comparar PI 40 e PI 20 ($56,6 \pm 23,3$ vs. $43,4 \pm 24$ cmH₂O; $p < 0,001$).

O tempo de oclusão da via aérea artificial, nesta pesquisa, por 40s produziu maiores valores de P_{Imax} quando comparados dois diferentes tipos de mensuração nos pacientes estudados, dados concordantes com o estudo de Pinheiro *et al.* [23], o qual objetivou verificar se os valores de pressão inspiratória máxima com o tempo de oclusão de 40 (PI 40) segundos são maiores do que no tempo de oclusão de 20s (PI 20) e as repercussões apresentadas pelo paciente por meio das variáveis fisiológicas frequência respiratória, saturação de pulso de oxigênio, frequência cardíaca e pressão arterial antes e após as medidas. A medida da P_{Imax} 40 obteve valor médio $57,6 \pm 23,4$ cmH₂O diante de uma média de $40,6 \pm 23,4$ cmH₂O durante a medida da PI 20, sem desencadear estresse clinicamente significativos nas variáveis selecionadas.

Em um estudo realizado por Oliveira *et al.* [40], objetivando avaliar a força e resistência da musculatura inspiratória de pacientes traqueostomizados e hospitalizados. As pressões inspiratórias foram mensuradas mediante oclusão do ramo expiratório da válvula unidirecional adaptada ao manômetro por 20 segundos. O primeiro valor registrado no manômetro do aparelho foi considerado como sendo a PI e o valor máximo atingido em 20 segundos como a P_{Imax}. Esta manobra foi realizada no mínimo três vezes e no máximo dez. Foram selecionadas as três manobras de maior valor, desde que a diferença entre elas não ultrapassasse 5% e a maior delas foi considerada. O valor médio da P_{Imax} encontrada foi inferior ao valor encontrado neste estudo, com o mesmo tempo de oclusão. Tal resultado pode ser justificado pelos diferentes perfis de pacientes incluídos no estudo de Oliveira *et al.* bem como a idade mais avançada comparado com o do presente estudo.

Outros estudos, tendo sempre em comum a utilização de via aérea artificial, utilizaram tempos de oclusão de via aérea com dispositivos de válvula com tempos diferentes de oclusão inferiores a 40s, encontrando valores de P_{Imax} menores que os encontrados no presente estudo, entretanto esses estudos apresentam perfis de pacientes diferentes do presente trabalho [9,19,41-43].

Costa *et al.* [44] realizaram um estudo com o objetivo de comparar valores de P_{Imax} e P_{E_{max}} coletados em indivíduos saudáveis de ambos sexos com idade entre 20 e 80 anos com os valores previstos, obtidos em equações utilizando como variáveis a idade e sexo. Como resultado observou-se que todos os valores de P_{Imax} mensurados na amostra foram significativamente mais baixos do que os valores previstos, em ambos sexos, no entanto não houve diferenças significativas entre os valores medidos e previstos de P_{E_{max}} para homens e mulheres.

A presente pesquisa apresenta limitações relacionadas ao tamanho amostral e escassez de estudos na literatura que avaliem a força muscular expiratória em pacientes com via aérea artificial.

Conclusão

A mensuração da P_{Imax} demonstrou valores ascendentes, proporcionais ao tempo de oclusão no próprio estudo e quando comparados a outros trabalhos com diferentes tempos de oclusão. Nos valores de P_{E_{max}}, embora não se tenham dados comparativos com outros estudos com o mesmo perfil de pacientes, foi encontrado maior valor no tempo de oclusão de 40 segundos comparados aos outros dois tempos.

Novos trabalhos são necessários para ratificar a aplicabilidade de maiores tempos de oclusão na via aérea durante a mensuração da P_{Imax} e P_{E_{max}}, visto a importância desses dados para tomada de decisões quanto ao início do treinamento muscular respiratório, desmame da VM e no desfecho clínico.

Referências

1. Melo JRT, Silva RA, Moreira JR, Duarte E. Característica dos pacientes com trauma crânioencefálico na Cidade do Salvador, Bahia, Brasil. *Arq Neuropsiquiatria* 2004;62:711-5.
2. Werner C, Engelhard K. Pathophysiology of traumatic brain injury. *Br J Anaesth* 2007;99(1):4-9.
3. Marik PE. Management of head trauma. *Chest* 2002;122:699-711.
4. Diretriz de atendimento a pessoa com TCE. [citado 2010 Out 20]. Disponível em: URL: <http://www.saude.gov.br/consulta-publica>
5. Medrano EA, Lobato JRA, Dóaz CA, Encorrada ML, Cruz RP. Fisiopatología del traumatismo craneoencefálico. *Rev Asoc Mex Med Crit Ter Int* 2002;16(6):216-9.
6. Davis DP, Ahamed H, Idris MD, Sise MJ, Kennedy F, Eastman AB et al. Early ventilation and outcome in patients with moderate to severe traumatic brain injury. *Crit Care Med* 2006;34(4):1202-8.
7. Saback LMP, Almeida ML, Andrade W. Trauma crânioencefálico e síndrome do desconforto respiratório agudo: como ventilar? Avaliação da Prática Clínica. *Rev Bras Ter Intensiva* 2007;19:1:44-52.
8. Oliveira AA, Nogueira AC, Coelho CC, Aquino ES, Diniz SC. Avaliação da musculatura inspiratória de pacientes traqueostomizados em regime de internação hospitalar. *Fisio Mov* 2008;21(2):31-7.
9. Caruso P, Carnielib DS, Kagoharac KH, Anciãesc A, Segarrab JS, Deheinzelin D. Trend of maximal inspiratory pressure in mechanically ventilated patients: Predictors. *Crit Care* 2008;63(1):33-8.
10. 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;358:1327-35.
11. Jaber S, Jung B, Matecki S, Petrof BJ. Clinical review: ventilator-induced diaphragmatic dysfunction--human studies confirm animal model findings! *Crit Care* 2011;15(2):206.
12. Doorduyn J, Hees HWH, van der Hoeven JG, van der Heunks LMA. Monitoring of the respiratory muscles in the critically ill. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;187:20-7.
13. Jaber S, Petrof BJ, Jung B, Chanques G, Berthet JP, Rabuel C, et al. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. *Am J Respir Crit Care Med* 2011;183(3):364-71.
14. Hermans G, Agten A, Testelmans D, Marc Decramer M. Increased duration of mechanical ventilation is associated with decreased diaphragmatic force: a prospective observational study. *Crit Care* 2010;14:R127.
15. Heunks LM, van der Hoeven JG. Clinical review: the ABC of weaning failure--a structured approach. *Crit Care* 2010;14(6):245.
16. Vitacca M, Paneroni M, Bianchi L, Clini E, Vianello A, Ceriana P, et al. Maximal inspiratory and expiratory pressure measurement in tracheotomised patients. *Eur Respir J* 2006;27(2):343-9.
17. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969;99:696-702.
18. Freitas EE, Saddy F, Amado V, Okamoto V. III consenso de ventilação mecânica – Desmame e interrupção da ventilação mecânica. *J Bras Pneumol* 2007;33(2):128-36.
19. Monteiro LS, Veloso CA, Araújo S, Figueredo LC, Terzi RGG. Comparação de dois métodos da pressão inspiratória máxima com o uso de uma válvula unidirecional. *Rev Bras Ter Intensiva* 2004;16(2):74-77.
20. Fregadolli P, Sasseron AB, Cardoso AL, Guedes CAV. Avaliação das pressões respiratórias através do bocal e máscara Facial. *Rev Bras Clin Med* 2009;7:233-7.
21. Guimarães FS, Alves FF, Constantino SS, Dias CM, Menezes SLS. Avaliação da pressão inspiratória máxima em pacientes críticos não cooperativos: Comparação entre dois métodos. *Rev Bras Fisioter* 2007;11(3):233-8.
22. Caruso P, Friedrich C, Denari SD, Ruiz SA, Deheinzelin D. The unidirectional valve is the best method to determine maximal inspiratory pressure during weaning. *Chest* 1999;115(4):1096-101.
23. Pinheiro GR, Reis HFC, Almeida ML, Andrade WS, Rocha RLS, Leite PA. Comparação e efeitos de dois diferentes tempos de oclusão da via aérea durante a mensuração da pressão inspiratória máxima em pacientes neurológicos na unidade de terapia intensiva de pacientes adultos. *Rev Bras Ter Intensiva* 2010;22(1):33-9.
24. Alves TK, Najas C. A Importância da musculatura respiratória no processo de desmame em pacientes submetidos à ventilação mecânica invasiva. São Paulo. Fisionet 2006. [citado 2010 Dez 8]. Disponível em URL: www.fisionet.com.br
25. Epstein SK. How often does patient-ventilator asynchrony occur and what are the consequences? *Respir Care* 2011;56(1):25-38.
26. Martin AD, Smith BK, Davenport PD. Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: a randomized trial. *Crit Care* 2011;15(2):R84.
27. Mascarenhas et al. Epidemiologia das Causas Externas no Brasil: morbidade por acidentes e violências, 2010. [citado 2010 Set 12]. Disponível em: URL: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/cap_10_saude_brasil_2010.pdf.
28. Koizumi MS, Araújo GL. Escala de Coma de Glasgow – subestimação em pacientes com respostas verbais impedidas. *Acta Paul Enferm* 2005;18(2):136-42.
29. Porto EF, Leite JRO, Santos AZ. Variáveis preditoras de mortalidade em pacientes com traumatismo crânio encefálico na terapia intensiva. *Rev Neurociências* 2007;15 (1):21-7.
30. David A, Zygun MD, Kortbeek JB, Fick GH, Laupland KB, Doig CJ. Non-neurologic organ dysfunction in severe traumatic brain injury. *Crit Care Med* 2005;33(3):654-60.
31. Scot N. Traumatic brain injury a review. *Crit Care Nurs Q* 2005;28(2):188-94.
32. Andrade AF, Ciquini O, Figueiredo EG, Brock RS, Marino R. Diretrizes do atendimento ao paciente com traumatismo crânioencefálico. *Arq Bras Neurocir* 1999;18(3) Edição Especial:131-76.
33. Albanèse J, Léone M, Martin C. Severe head injury in patients with multiple trauma. Yearbook of intensive care and emergency medicine. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2001. p.353-75.
34. Sogame LCM, Vidotto MC, Jardim JR e Faresin SM. Incidence and risk factors for postoperative pulmonary complications in elective intracranial surgery. *J Neurosurg* 2008;109(2):222-7.

35. Stevens RD, Lazaridis C, Chalela A. The role of mechanical ventilation in acute brain injury. *Neurol Clin* 2008;26:543-63.
 36. Salam A, Tilluckdharry L, Amoateng-Adjepong Y, Constantine A. Manthous Neurologic status, cough, secretions and extubation outcomes. *Intensive Care Med* 2004;30:1334-9.
 37. Boudierka MA, Fakhir B, Bouaggad A, Hmamouchi B, Hamoudi D, Hartiearly A. Tracheostomy versus prolonged endotracheal intubation in severe head injury. *J Trauma* 2004;26(2):251-4.
 38. Esteban A, Anzueto A, Alia I, Gordo F, Apezteguía C, Pálizas F. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161(5):1450-8.
 39. Dunham CM, Ransom KJ. Assessment of early tracheostomy in trauma patients: a systematic review and meta-analysis. *Am Surg* 2006;72(3):276-81.
 40. Oliveira AA, Nogueira AC, Coelho CC, Aquino ES, Diniz SC. Avaliação da musculatura inspiratória de pacientes traqueostomizados em regime de internação hospitalar. *Fisio Mov* 2008;21(2):31-7.
 41. Monteiro LS, Veloso CA, Araújo S, Terzi RGG. Comparação de dois métodos de mensuração da pressão inspiratória máxima em pacientes com e sem alterações do nível de consciência. *Rev Bras Ter Intensiva* 2006;18(3):256-62.
 42. Yamaguti WPS, Alves LA, Kauss IAM, Galan CCR, Brunetto AF. Comparação entre a pressão inspiratória máxima medida pelo método da válvula unidirecional e pelo convencional em pacientes submetidos ao processo de desmame da ventilação mecânica invasiva. *Rev Bras Ter Intensiva* 2004;16(3):142-5.
 43. Oliveira AA, Nogueira AC, Coelho CC, Aquino ES, Diniz SC. Avaliação da musculatura inspiratória de pacientes traqueostomizados em regime de internação hospitalar. *Fisioter Mov* 2008;21(2):31-7.
 44. Costa D, Gonçalves HA, Lima LP, Ike L, Cancelliero KM, Montebelo MIL. Novos valores de referência para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *J Bras Pneumol* 2010;36(3):306-12.
-