



Estudo das variações de pressão inspiratória máxima em tetraplégicos, tratados por meio de incentivador respiratório, em regime ambulatorial

Study of maximal inspiratory pressure variations in tetraplegics, treated by means of incentive spirometry, in outpatients

Marina Landowsky Colman^[a], Pedro Cezar Beraldo^[b]

^[a] Fisioterapeuta, Graduada pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: landowskynha@hotmail.com

^[b] Mestre, fisioterapeuta docente do Curso de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: p.beraldo@pucpr.br

Resumo

Introdução: O crescente número de vítimas de lesão medular nos tempos atuais, suas incapacidades e consequências físico-funcionais motivaram-nos a abordar no presente estudo a intervenção fisioterapêutica respiratória ambulatorial nesta população. **Objetivos:** Escolhemos pesquisar sujeitos com lesão adquirida traumática oriundos de uma associação na cidade de Curitiba, PR. Considerando-se que o prognóstico relaciona-se ao nível sensitivo e motor, selecionamos sujeitos com lesões cervicais, por se tratarem de quadros que estão acompanhados de disfunções respiratórias, estas decorrentes do acometimento dos músculos acessórios da respiração. Portanto, essa população é merecedora de uma abordagem preventiva, uma vez que as referidas disfunções podem produzir complicações e piora de prognóstico geral. Tivemos a preocupação de demonstrar as possíveis alterações da capacidade de força respiratória, em função da intervenção fisioterapêutica. **Metodologia:** Utilizamos, para tanto, o instrumento de medida, comparação e controle da força muscular inspiratória denominado manovacuometria. No tratamento, utilizamos o Threshold IMT, que é um incentivador respiratório. Para os critérios metodológicos, optamos por amostra conveniente, de corte longitudinal, em que foi realizada uma avaliação de força inspiratória inicial, objetivando-se alcançar os valores de pressão inspiratória máxima (PI_{máx}), para comparar com a posterior reavaliação, pós intervenção. Os sujeitos foram submetidos a 30 atendimentos de 15 minutos cada, três vezes por semana. Após este período foram

reavaliados sob os mesmos critérios técnicos, para as devidas comparações. **Resultados:** Os resultados permitiram constatar significativa melhora no condicionamento muscular respiratório, o qual atingiu o nível relevante do desvio padrão ($p < 0,05$). **Conclusão:** Concluímos, portanto, que a proposta de tratamento é eficaz.

Palavras-chave: Força muscular inspiratória. Incentivador respiratório. Threshold IMT. Manovacuômetro.

Abstract

Introducion: *The growing number of victims of spinal cord injury, in modern times, with their disabilities and physical-functional consequences, motivated us to discuss in this study the respiratory physiotherapeutic intervention in outpatients. Objective:* We choose to search individuals with traumatic injury acquired, from an association in the city of Curitiba, Paraná State. Considering that the prognosis is linked to the motor and sensory level, we selected persons with cervical lesions, by targeting frames that are accompanied by respiratory dysfunctions, those resulting from the involvement of accessories muscles of respiration. Therefore, this population deserves a preventive approach, because these dysfunctions can produce complications and reduced overall prognosis. We demonstrate the possible changes in respiratory force capacity, depending on the physiotherapeutic intervention. **Methodology:** We use, for that, the instrument of measurement, comparison and control of inspiratory muscle strength named manovacuometry. In treatment, we use the Threshold IMT, which is a respiratory supporter. For methodological criteria, we chose convenience sample, slitting, with an assessment of initial inspiratory force, aiming to achieve the values of maximal inspiratory pressure (MIP), to compare with subsequent reassessment after intervention. The subjects underwent 30 calls of 15 minutes each, three times a week. After this, they were re-evaluated under the same technical criteria for the appropriate comparisons. **Results:** Results show significant improvement in respiratory muscle conditioning, which reached the level of the relevant standard deviation ($p < 0.05$). **Conclusion:** We conclude, therefore, that the proposed treatment is effective.

Keywords: *Inspiratory muscle strength. Incentive spirometry. Threshold IMT. Manovacuometer.*

Introdução

Quando a medula espinhal for lesada, de maneira completa, todos os músculos abaixo do nível em que ocorreu a lesão ficam paralisados, inclusive os músculos ditos respiratórios. Isso interfere com o poder e a integração dos músculos remanescentes e reduz a habilidade para movimentar o tronco com eficiência. Segundo Bromley (1), pacientes que apresentam lesões cervicais têm sérios problemas, enquanto aqueles com lesões torácicas baixas e lombares apresentam pouco prejuízo da função pulmonar.

Segundo Tavares (2), sendo a medula continuação do sistema nervoso central (SNC), alojada no interior das vértebras, esta desempenha papel fundamental na conexão e regulação entre o encéfalo e os órgãos efetores da respiração, circulação, micção, evacuação e controle térmico, dentre outros. O autor afirma ainda que as complicações pulmonares são responsáveis por mais de 50% dos óbitos nos lesados medulares, principalmente na fase aguda, e que a vulnerabilidade dos pacientes com lesão medular alta, nesta fase, está relacionada com a paralisia dos músculos intercostais e outros músculos expiratórios. Sendo assim, o paciente apresenta mais dificuldade em tossir efetivamente e em expectorar a secreção, facilitando a presença de atelectasias e pneumonias, precipitando ou agravando quadros de insuficiência respiratória.

O grau de comprometimento respiratório está diretamente relacionado com o nível e a gravidade da lesão. Segundo Greve (9), pode causar hipoventilação pulmonar, muitas vezes agravada por lesões pulmonares ou torácicas associadas, sendo esta, sem dúvida, a maior causa de mortalidade durante a fase aguda.

Os pulmões são órgãos vitais a manutenção da oxigenação do sangue e, conseqüentemente, dos tecidos do corpo. Por sua natureza visceral e por ser desprovido de estruturas próprias que os mantenham

abertos, os pulmões tendem, o tempo todo, a se manter fechados (colapsados). Os pulmões tornam-se, portanto, dependentes de forças contrárias ao colapamento, que não são próprias deles, a exemplo da pressão negativa intrapleural e da ação mecânica muscular, geradoras dos mecanismos de alça de balde e braço de bomba, os quais produzem alterações das conformações da caixa torácica e conseqüentemente dos pulmões. Esta falta de capacidade própria de se expandir deve ser considerada um grande problema quando quaisquer dos mecanismos que contribuem para mantê-los abertos estiverem comprometidos.

A contração muscular realiza o trabalho necessário para vencer a força sob a qual o sistema respiratório está submetido, representado pelo conjunto da elasticidade do complexo toracopulmonar, da viscosidade e da plastoelasticidade das estruturas pulmonares e da caixa torácica, da resistência aérea e das forças inerciais, gravitacionais, e relacionadas à compressão e distensão dos gases intratorácicos. David (3).

Tendo o pulmão certa elasticidade, isso faz com que ele entre em colapso como um balão sempre que não exista qualquer força que o mantenha insuflado. Segundo Macedo (4), o pulmão fica “flutuando” dentro da caixa torácica; é preso somente pela região hilar, que se prende ao mediastino. Ele é circundado por uma fina película de líquido pleural, que lubrifica os pulmões dentro da caixa torácica, para que eles consigam se expandir durante a inspiração e voltar ao tamanho normal na expiração. Este líquido faz com que exista um pequeno vácuo entre as pleuras parietal e visceral, sendo o excesso deste sugado para dentro dos canais linfáticos. Assim, os pulmões se aderem à caixa torácica como se estivessem colados, porém deslizando livremente.

A mecânica respiratória é formada pelos músculos acessórios da respiração e pelo diafragma, sendo que a inspiração é um movimento ativo e a expiração é passiva.

Para que ocorra a ventilação espontânea é necessário que os músculos respiratórios gerem uma força de contração. Segundo Emmerich (7), esta geração de força muscular é função de sua massa celular, do comprimento da fibra e sua velocidade de encurtamento, do número de unidades contráteis ativadas, da frequência de disparo do neurônio motor e da presença ou ausência de fadiga muscular.

Existe uma relação entre o trabalho respiratório, a frequência e a profundidade respiratória, conforme Cuello (8). Os músculos respiratórios realizam um trabalho necessário para gerar um gradiente de pressão no sistema respiratório capaz de vencer as forças que se opõem à entrada do fluxo aéreo. O trabalho muscular respiratório tem componentes torácicos, que incluem o tórax propriamente dito e os abdominais.

O treinamento de força visa ao aumento da fibra muscular, à hipertrofia muscular, tendo pouco efeito na concentração enzimática. Já o treinamento de endurância visa à capacidade de manter a força por mais tempo. Isso implica o aumento do conteúdo de mioglobina, da densidade capilar, da densidade mitocondrial e do aumento da capacidade oxidativa do músculo.

Com o treinamento muscular respiratório, desenvolvemos habilidades de sustentação de um determinado padrão respiratório constante e com certa resistência, em virtude da função exigida deles, igualmente ao que acontece com os músculos esqueléticos, quando o treinamento é direcionado para ganho de força e *endurance*.

A resposta de treinamento de *endurance* depende da intensidade, da duração e da frequência dos exercícios. Segundo Azeredo (10), a *endurance* ocorre por meio de estímulos com altas repetições de baixa intensidade. A resposta adaptativa do músculo é o aumento da capacidade oxidativa e o aumento da resistência à fadiga.

A contração de um músculo, segundo David (3), envolve atividade elétrica, gasto energético, produção de força e deslocamento. O trabalho respiratório se dá em conjunto com os trabalhos referentes à elasticidade do complexo toracopulmonar, a viscosidade e a plastoelasticidade das estruturas pulmonares e da caixa torácica, a resistência aérea e as forças inerciais, gravitacionais e relacionadas à compressão e distensão dos gases intratorácicos, “à medida que aumenta o volume pulmonar, a força elástica que se opõe à insuflação pulmonar também aumenta”. Sendo que o trabalho elástico está relacionado com a expansão da caixa torácica somente a altos volumes pulmonares.

É possível que no treinamento muscular inspiratório se possa assistir ao processo de desmame (6). Assim, Costa e outros citados por Abreu et al. (11) asseguram que o treinamento muscular respiratório em pacientes na UTI tem como objetivo primordial restabelecer a função dos músculos respiratórios, bem com melhora da força e da resistência, alcançando uma readaptação progressiva aos esforços e acelerando, com isso, o processo de desmame. “Pode ser utilizada para treinamento muscular respiratório a própria sensibilidade do respirador, além de aparelhos com carga linear pressórica (Threshold) e espirometria de incentivo” (11).

Estudo realizado para comparar os efeitos do treinamento muscular respiratório com cargas de pressão inspiratória entre 15% e 30% da PImáx, constatou-se que pacientes que treinaram com carga de pressão inspiratória maior aumentaram força, *endurance* e tolerância ao exercício geral, quando comparados com grupos de treinamento com 15% da PImáx. A resposta do treinamento muscular com carga limite pode ser avaliada por meio do aumento do tempo em que o paciente pode respirar com uma carga de pressão predeterminada.

Com isso, o treinamento da força dos músculos respiratórios pode vencer cargas mecânicas impostas, como a redução da complacência e o aumento da resistência de via aérea, e o treinamento da *endurance* pode ser útil para atrasar ou prevenir a fadiga muscular (10).

O treinamento dos músculos inspiratórios é utilizado para treinar o diafragma e os músculos acessórios, que estão enfraquecidos por paralisia parcial, desuso por ventilação artificial prolongada ou repouso prolongado no leito, segundo Umphred (12). Pacientes com doença neuromuscular podem se beneficiar com o treinamento dos músculos respiratórios e também alterações da parede torácica e atrofia dos músculos respiratórios por várias causas, como uso prolongado de ventilação mecânica ou corticosteróides (13).

Os músculos respiratórios podem ser treinados para força e *endurance*, tendo um grande interesse para aqueles com fraqueza muscular ou diminuição da capacidade ventilatória, desde que seja causa ou fator contribuinte para os seus sintomas. Para que se obtenha resposta a um treinamento, deve-se ter um estímulo apropriado e aplicado ao músculo, uma vez que a natureza da resposta pode depender do tipo de carga a que o músculo é submetido, segundo Nakatani (14).

A base de um treinamento de força é a contração forçada, mantida por período breve e repetida algumas vezes (alta intensidade e baixa frequência). O treinamento inspiratório pode aumentar a PImáx, se a carga de treinamento for de forma suficiente. Assim, um treinamento que determina aumento da PImáx resultaria em diminuição da relação PI/PImáx e índice tempo-tensão, talvez aumentando o *endurance* e diminuindo a probabilidade de fadiga. Em determinado momento, em vez de receber o treinamento, o músculo respiratório deve ser descansado para que ocorra a reversão da fadiga (14).

A capacidade de gerar pressão intratorácica negativa máxima (PImáx) e a pressão intratorácica positiva (PEmáx) reflete a força da musculatura inspiratória e da musculatura expiratória assim respectivamente, de acordo com Irwin e Tecklin (15). As medidas de PImáx e PEmáx podem ser realizados à beira do leito com um manovacuômetro de pressão estática portátil.

Metodologia

A pesquisa restringiu-se a estudar as variações da PImáx em pacientes lesados medulares tetraplégicos, tratados por meio de incentivador respiratório (Threshold IMT) em regime ambulatorial, e teve como área de abrangência a Fisioterapia Respiratória.

A amostra da população é selecionada em função de apresentar características que possibilitem a investigação de melhoras, ou não, nas disfunções respiratórias em adultos do sexo masculino que possuíssem lesão medular alta nos níveis entre C4-C6.

Nosso estudo de campo foi realizado em uma associação filantrópica na cidade de Curitiba, nos meses de fevereiro a abril de 2009, e contou com a participação de cinco sujeitos voluntários, com idades entre 28 a 34 anos, lesão medular nos níveis entre C4-C6. Os fatores de inclusão foram: apresentar lesão medular completa, comprovada pelo exame clínico dos testes sensitivo e motor; ser do gênero masculino; concordar com a proposta, por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, em obediência ao instituído na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Os fatores de exclusão foram: apresentar quadro de doença respiratória durante a pesquisa; ser fumante; e fazer uso de drogas sedativas, que pudessem interferir no limiar de excitabilidade.

Os materiais utilizados constaram de: cinco aparelhos Threshold da marca Respironics®; e um aparelho manovacuômetro da marca Comercial Médica®, previamente calibrado e materiais de anotação/controle.

O projeto foi encaminhado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), no grupo III.

O corpo teórico baseou-se em levantamento de livros e artigos disponíveis no acervo da Biblioteca Central da PUCPR, e artigos obtidos por consulta no acervo eletrônico do Sistema SciELO, Bireme e LILACS, na língua portuguesa, tendo servido como critério de construção do referencial teórico.

A parte prática da presente pesquisa foi desenvolvida nas dependências da referida instituição, em Curitiba, após termo de permissão assinado pelos representantes dessa. Procedeu-se à avaliação inicial de cada um dos participantes, por meio da ficha de avaliação, elaborada para este fim, pelos pesquisadores. Após a definição do grupo que iria participar e tendo sido devidamente explicado como seria feito o procedimento, seguiu-se com a avaliação da capacidade inspiratória. Durante a realização do teste, de verificação do P_{Imáx}, o indivíduo permaneceu sentado em sua cadeira de rodas, com o tronco em ângulo de 90° graus e o nariz ocluído por um clipe nasal. Deu-se a orientação para que realizasse uma expiração total, até alcançar o volume residual, e somente então o avaliador conectou a peça bucal do manovacuômetro na boca do avaliado, para que este realizasse o esforço inspiratório máximo.

Ressalte-se que tanto a avaliação inicial (pré-intervenção de treinamento), quanto a final (pós-intervenção de treinamento), deu-se pelo mesmo examinador, objetivando-se dar maior fidedignidade aos resultados obtidos.

Os atendimentos de treinamento com o incentivador Threshold IMT foram executados no mesmo local dos testes e sob as mesmas condições de ambiente; a resistência utilizada foi de 30% da P_{Imáx}, alcançada na avaliação com o manovacuômetro, com duração de 15 minutos cada atendimento, sendo realizados três vezes por semana, totalizando 30 atendimentos.

Resultados

Em relação à caracterização da amostra, pode-se perceber que a idade variou entre 30 + 3 anos, sendo que o tempo médio de lesão foi de 33 + desvio padrão 21 meses (Tabela 1). Apenas um dos sujeitos foi atendido em 20 intervenções, sendo os demais atendidos em 30. Ao realizar a primeira avaliação, foi possível verificar que a média da P_{Imáx} era de 76 + desvio padrão 26 cmH₂O, sendo classificado como fraqueza muscular inspiratória. Após as intervenções, observou-se o aumento significativo da P_{Imáx}, sendo que a média foi de 99 + desvio padrão 19 cmH₂O, sendo então classificado como normal, conforme os parâmetros ($p < 0,05$) (Tabela 1 e Gráfico 1).

Tabela 1 - Valores individuais dos pacientes submetidos às intervenções

Sujeito	Idade	Tempo de lesão (em meses)	Atendimentos	Avaliação cmH ₂ O	Reavaliação cmH ₂ O	Diferença
1	28	29	30	120	120	0
2	27	68	30	56	80	24
3	31	16	30	60	92	32
4	28	36	20	64	84	20
5	34	18	30	80	120	40
				$p < 0,05$		

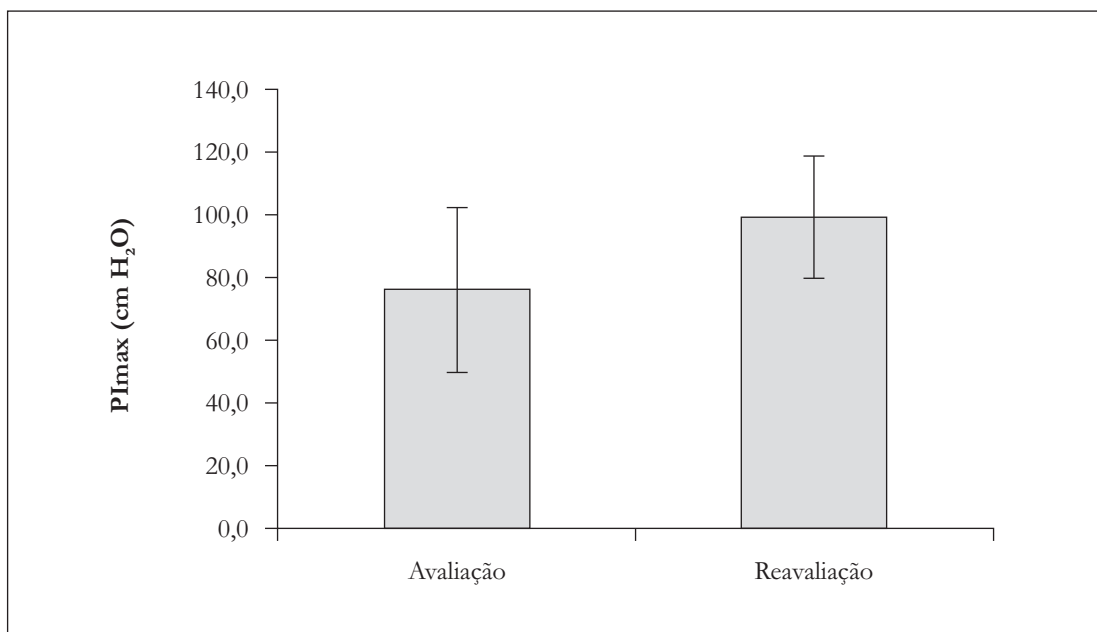


Gráfico 1 - Média + Desvio padrão da PImax na avaliação e reavaliação dos sujeitos submetidos às intervenções

Além desta análise, foi verificada a relação inversa entre PImax e tempo de lesão, ou seja, quanto maior o tempo de lesão, menor é a capacidade de aumento de PImax ($r^2=0,425$) (Tabela 2 e Gráfico 2). Para fins de análise em demonstração gráfica, um paciente foi excluído, pois não apresentou diferença entre a avaliação e a reavaliação.

Tabela 2 - Escala de Borg Modificada

Sujeitos	Desconforto		Prática de exercício		Cadeira de rodas		Transferência		Horário de maior desconforto	
	Aval.	Reav.	Aval.	Reav.	Aval.	Reav.	Aval.	Reav.	Aval.	Reav.
1	2	1			1	0	2	1	X	X
2	4	2	3	1	0	0	X	X	X	X
3	9	3			4	3	X	X	7	3
4	5	3			4	3	5	3	X	X
5	3	2			4	3	5	2	X	X

De acordo com a escala de Borg modificada, percebemos que houve melhora na qualidade de vida dos sujeitos, confirmando os resultados estatisticamente anteriormente citados. Com relação ao desconforto, todos melhoraram, sendo que o sujeito 3 foi o que teve uma melhora mais significativa.

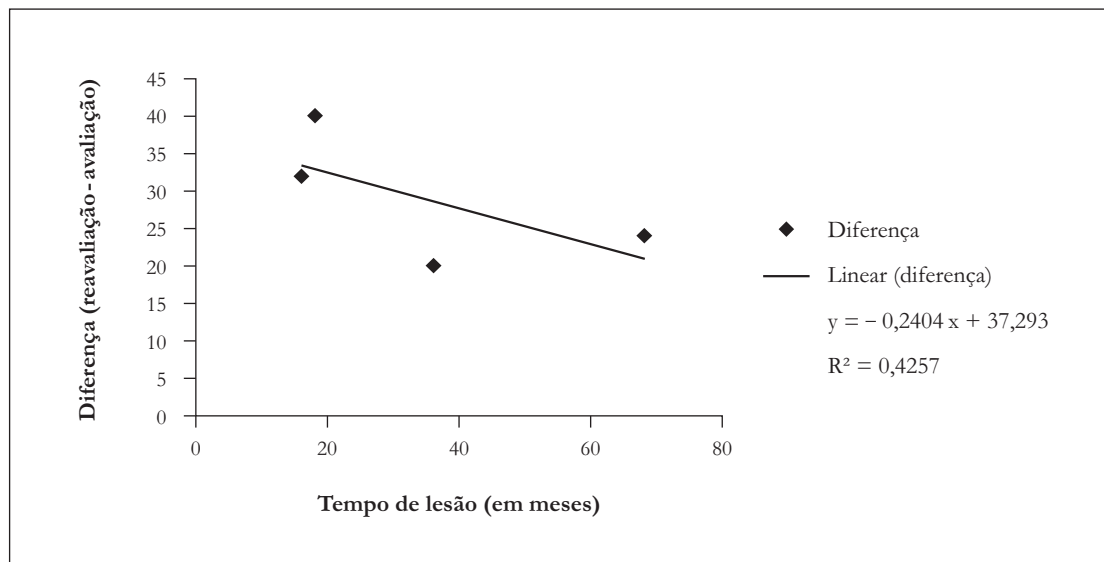


Gráfico 2 - Gráfico de dispersão com linha de tendência entre tempo de lesão e diferença entre reavaliação e avaliação de PImax

Com relação à prática de exercícios, somente o sujeito 2 pratica alguma modalidade esportiva, denominada bocha adaptada, e relatou que teve uma melhora, de moderada para muito leve, de acordo com a Escala de Borg. Com relação a impulsionar a cadeira de rodas, somente o sujeito 2 possui cadeira motorizada, não realizando esforço considerável; o sujeito 1 foi de muito leve para nenhum esforço; e os sujeitos 3, 4 e 5 foram de pouco forte para moderado. Todos esses deslocamentos foram realizados em ambientes regulares e internos.

A respeito da transferência, os sujeitos 2 e 3 não o fazem; o sujeito 1 faz sem ajuda, tendo na escala de Borg a pontuação de leve para muito leve; e os sujeitos 4 e 5 tiveram pontuação de forte para moderada e leve, respectivamente.

Com relação ao horário de maior dificuldade respiratória, somente o sujeito 3 relatou que a possui pela manhã, tendo uma dificuldade muito forte para moderada. Para os outros sujeitos não havia um horário específico.

Discussão

Pode-se observar, nos resultados obtidos, uma significativa melhora na PImax. No decorrer do processo de diagnóstico (avaliação inicial) e do desenvolvimento do treinamento fisioterapêutico, foi possível visualizar significativa melhora na qualidade respiratória dos participantes, a qual foi um dos objetivos específicos da presente pesquisa (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados apresentados pelo sujeito 1

Idade	Tempo de lesão (em meses)	Atendimentos	Avaliação cmH ₂ O	Reavaliação cmH ₂ O	Diferença
28	29	30	120	120	0

Podemos considerar que a não alteração das variáveis analisadas no sujeito 1 (Tabela 3) se deu por ele já se apresentar, quando da avaliação inicial, dentro dos padrões de normalidade, corroborando os achados de Gross e colaboradores e Morgan e colaboradores citados por Ribeiro, Menezes, Goretti e Lanschi (16), os quais indicam não poder haver significativas variações, de PImáx, quando se avalia pessoas dentro de condições favoráveis.

Quanto aos sujeitos 2, 3 e 4, os valores iniciais encontrados foram muito semelhantes, sendo que os valores finais também se assemelharam. Inclusive, podemos considerar que a eventual diferença encontrada no sujeito 4 se deva ao menor número de atendimentos efetuados.

Quanto ao sujeito 5, este apresentou na avaliação inicial valores superiores aos anteriormente citados, sendo que sua variação também ficou superior aos demais quando da reavaliação. Podemos considerar que tal comportamento se deve ao fato que o sujeito 5 é, entre os sujeitos da pesquisa, um dos que possui o menor tempo de lesão. Conforme estudos de McColl e Tzelepis citados por Pereira et al. (17), após revisarem o uso do treinamento muscular inspiratório em pacientes com doenças neuromusculares, concluíram que quando há um comprometimento maior a recuperação é mais difícil; porém, nos estágios iniciais das doenças, o treinamento muscular respiratório pode melhorar a função muscular respiratória.

Segundo Abreu et al. (11), todos os grupos apresentaram alterações estatisticamente significativas com relação a PImáx, tendo um aumento nos valores de pós-treino. Do Valle citado por Abreu et al. (11) observou que os grupos que realizaram treinamento de força muscular respiratória e *endurance* muscular respiratória apresentaram alterações estatisticamente significativas na PImáx.

De acordo com o quadro clínico de cada sujeito, obteve-se efetivamente o desempenho esperado dentro dos parâmetros normais da debilidade respiratória ($p < 0,05$). Ou seja, o desenvolvimento deste tratamento com o aparelho Threshold se mostrou satisfatório para o fortalecimento da musculatura respiratória, como mostra o Gráfico 1, uma vez que durante a avaliação foi possível observar na maioria dos pacientes a fraqueza muscular respiratória. Com o decorrer dos atendimentos, houve ganho de força muscular respiratória, quais evoluiu para o padrão normal.

Kunikoshita et al. (18) observaram que houve aumento significativo da PImáx com relação à força muscular respiratória, e que os valores da PImáx foram comparados a valores previstos.

O estudo de treinamento específico realizado por Suzuki e colaboradores citados por Abreu et al. (11) concluiu que nas pacientes treinadas houve um aumento de 30% da PImáx e da PDI máx. O treinamento muscular ventilatório específicos não afetou a sensação de esforço ventilatório durante o exercício proposto pelos autores, porém aumentou a força contrátil do diafragma.

De acordo com Weiner e colaboradores citados por Kunikoshita (18), o treinamento muscular inspiratório, quando estimulado adequadamente para melhorar a *performance* muscular respiratória, promoveu uma redução significativa da gravidade da dispnéia e melhora na tolerância ao esforço. Segundo Zaniboni, Xavier e Matos (19), os efeitos em longo prazo de músculos inspiratórios sugerem que os efeitos obtidos por este treinamento perdem-se rapidamente quando descontinuado.

Por meio dos resultados obtidos, como mostra a Tabela 1, em que um dos sujeitos obteve dez atendimentos a menos, constatou-se uma significativa melhora na sua força muscular, mostrando mais uma vez que este tratamento tem resultados positivos também em curto prazo.

Grose e colaboradores citados por Ribeiro et al. (16) relatam que o treinamento resulta numa mudança de fibras de contração rápida, facilmente fadigáveis, em fibras de contração lenta, que têm alta capacidade de oxidação e maior número de mitocôndrias. Segundo Goldstein citado por Ribeiro (16), a porcentagem de fibras de contração lenta e rápida no músculo é mantida constante, e o treinamento provoca uma maximização das características de comprimento-tensão pela alteração do número de sarcomêros.

Segundo Ramirez-Sarmiento citado por Zaniboni, Xavier e Matos (18), o treinamento adequado dos músculos inspiratórios melhora a PImáx e leva a hipertrofia das fibras tipo II dos músculos intercostais e a um aumento na proporção das fibras tipo I, sendo razoável esperar-se que a dispnéia aos exercícios seja reduzida. Embora o presente estudo não tenha avaliado o nível de dispnéia dos pacientes, pode-se constatar, conforme o Gráfico 1, uma melhora significativa no aumento da PImáx.

Podemos observar também que a relação mostrada no Gráfico 2, com relação ao tempo de lesão e à diferença da PImáx, foi significativa, uma vez que o sujeito 5, como dito anteriormente, foi o que mais teve ganho, mostrando que quanto mais cedo tiver início o treinamento, melhores são as chances para ganho de força e *endurance* muscular. O tempo é um item preponderante para o prognóstico, uma vez que o paciente com um tempo maior de lesão terá mais dificuldade no fortalecimento muscular respiratório, segundo McCool e Tzelepis citados por Pereira et al. (17). Esse paciente deverá ser submetido a maior número de atendimentos para que consiga chegar ao melhor desempenho do sistema muscular respiratório, apesar de não haver estudos que comprovem tais resultados obtidos nesta pesquisa.

Enrijt e colaboradores citados por Zaniboni, Xavier e Matos (19) observaram que em pacientes saudáveis submetidos ao treinamento muscular inspiratório com carga de 80% da PImáx durante oito semanas mostraram aumento significativo da PImáx, espessura do diafragma e capacidade de exercício, quando comparados com o grupo controle.

Para Loveridge e colaboradores citados por Ribeiro et al. (16) o treinamento muscular inspiratório não propicia ganho real de *endurance* muscular, e segundo Marlyn e colaboradores e Van Houtte e colaboradores citados por Ribeiro (16), dependendo do teste usado para avaliação, os pacientes podem apresentar melhora de *performance* apenas pelo efeito do aprendizado.

Na prática do presente trabalho, os treinamentos com os pacientes ocorreram durante 30 intervenções: no início, com o tempo de um minuto de treinamento para um minuto de descanso; a cada nova intervenção, o tempo de treinamento e descanso foi decrescendo em 15 segundos; e a partir do quinto atendimento, os pacientes seguiram o treinamento durante os 15 minutos corridos, de acordo com o protocolo.

Claton e Diaz, citados por Rocha (17), determinaram que é de suma importância que as medidas de PImáx tenham um intervalo mínimo de um minuto entre as provas.

Segundo Pereira, Fontes, Perez e Fukujima (18) em uma lesão completa nível C4, o paciente apresenta paralisia da musculatura torácica, e o diafragma passa a funcionar menor que o normal, graças à preservação parcial de suas fibras. Quando o padrão respiratório é observado, há uma elevação epigástrica sem expansão torácica, diminuindo a mobilidade e a elasticidade. O aumento da frequência respiratória torna-se contributivo para o aumento do gasto energético e, portanto, potencialmente capaz de levar o paciente à fadiga muscular.

Podemos observar, com as informações coletadas por meio da escala de Borg, que os sujeitos tiveram uma melhora em sua qualidade de vida, realizando algumas tarefas mais facilmente, como escovar os dentes, mostrando ainda que os resultados demonstrados nos gráficos podem se confirmar também por meio da escala de Borg.

Portanto, os resultados deste trabalho demonstram que o quanto antes tem início a intervenção de treinamento da musculatura respiratória, melhor é o prognóstico em todo o sistema respiratório. Podemos assim contribuir para prevenir complicações no quadro clínico e melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

Conclusão

Ao concluir a presente pesquisa, ficou demonstrada a eficácia do tratamento fisioterapêutico proposto, por meio do uso de incentivador respiratório do tipo Threshold, em todos os sujeitos da amostra.

Restou comprovado, ainda, o que está estabelecido na literatura científica consultada, utilizada para análise e discussão dos resultados, de que não ocorre incremento de capacidade respiratória em pessoas que já se encontram nos seus valores máximos ou normais, e que os melhores resultados esperados ocorrem nas intervenções precoces, ou seja, naqueles sujeitos com pouco tempo de lesão.

Sugerimos o prosseguimento da presente pesquisa, se possível, com uma amostra mais numerosa, em ambos os gêneros e com aplicação de grupos controle. Seria importante, também, controlar outras variáveis, a exemplo de hábitos e estilo de vida, dentre outros que pudessem interferir nos resultados.

Referências

1. Bromley I. Paraplegia e tetraplegia: um guia teórico-prático para fisioterapeutas, cuidadores e familiares. 4a ed. Rio de Janeiro: Revinter; 1997.
2. Tavares P. Atualizações em fisiologia - respiração. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 1991.
3. David CM. Ventilação mecânica: da fisiologia à prática clínica. Rio de Janeiro: Revinter; 1996.
4. Macedo RM. Ventilação mecânica não-invasiva. Curitiba: Juruá; 2008.
5. Bajay HM, Furcolin MIR, Rogante MM. Assistência ventilatória mecânica. São Paulo: EPU; 1991.
6. Pryor JA, Webber BA. Fisioterapia para problemas respiratórios. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
7. Emmerich JC, Monitorização respiratória: fundamentos. Rio de Janeiro: Revinter; 1996.
8. Cuello AF, Arcodaci CS, Feltrim MIZ. Bronco obstrução. São Paulo: Panamericana; 1987.
9. Greve JMD. Diagnóstico e tratamento da lesão da medula espinhal. São Paulo: Roca; 2001.
10. Azeredo CAC. Fisioterapia respiratória moderna. 4a ed. São Paulo: Manole; 2002.
11. Abreu CM, Santos DG, Valle PHC, Costa D. Treinamento da musculatura inspiratória em indivíduos normais e portadores de patologias respiratórias. *Fisioter Mov.* 200;12(2): 141-52.
12. Umphred DA. Fisioterapia neurológica. 2a ed. São Paulo: Manole; 1994.
13. Azeredo CAC. Técnicas para o desmame no ventilador mecânico. São Paulo: Manole; 2002.
14. Nakatani J. Pneumologia: atualização e reciclagem. São Paulo: Atheneu; 1996.
15. Irwin S, Tecklin JS. Fisioterapia cardiopulmonary. 3a ed. São Paulo: Manole; 2008.
16. Ribeiro RN, Menezes AMN, Goretti LC, Lanschi JMA. Efeitos de treinamento inspiratório em pacientes tetraplégicos: uma revisão da literatura. *Rev Fisioter Pesq.* 2007;14(1):72-8.
17. Pereira MC, Mussi RFM, Massucio RAC, Camino AM, Barbeiro AS, Villalba WO, et al. Paresia diafragmática bilateral idiopática. *J Bras Pneumol.* 2006;32(5):481-5.
18. Kunikoshita LN, Silva YP, Costa D, Jamami M. Efeitos de três programas de fisioterapia respiratória (PFR) em portadores de DPOC. *Rev. Bras Fisioter.* 2006;10(4):449-55.
19. Zaniboni PB, Xavier MM, Matos RL. Treinamento de músculos respiratórios em reabilitação pulmonar: novas evidências após o Consenso ATS/ERS [monografia]. Maringá: Centro Universitário de Maringá; 2006.
20. Rocha JMS. Ganho de força muscular respiratória com uso de inspirômetro incentivador. *Revista Digital Vida e Saúde.* 2002;(1)3.
21. Pereira VC, Fontes SV, Perez JA, Fukulima MM. Protocolo de tratamento fisioterápico da dinâmica respiratória em pacientes com lesão medular completa em diferentes níveis cervicais e torácico baixo. *Revista Neurociência.* 1998;6(2):81-5.
22. Kapandji IA. Fisiologia articular: esquemas comentados de mecânica humana. 5a ed. São Paulo: Panamericana; 2000.
23. Marini JM. Descondicionamento cardio-muscular [monografia]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2004.
24. Mcardle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
25. Weineck J. Biologia do esporte. São Paulo: Manole; 2000.

26. Ribeiro RN, Menezes AMN, Goretti LC, Lanschi JMA. Efeitos de treinamento inspiratório em pacientes tetraplégicos: uma revisão da literatura. *Rev Fisioter Pesq.* 2007;14(1):72-8.
27. American College of Sports Medicine. Manual de pesquisa das diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 4a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006.
28. Gil AC. Como elaborar projetos de pesquisa. 4a ed. São Paulo: Atlas; 2002.
29. Lakatos AM, Marconi MA. Fundamentos de metodologia científica. 2a ed. São Paulo: Atlas; 1990.
30. Thomas JR, Nelson JK. Métodos de pesquisa em atividade física. 3a ed. Porto Alegre: Artmed; 2002.

Recebido: 18/09/2009

Received: 09/18/2009

Aprovado: 10/03/2010

Approved: 03/10/2010

Revisado: 24/06/2010

Reviewed: 06/24/2010