

Força da musculatura respiratória de pacientes tetraplégicos sentados e em supino

Respiratory muscle strength the tetraplegic patients

Cristina de Matos Boaventura⁽¹⁾
Janne Marques Silveira⁽¹⁾
Patrícia Roberta dos Santos⁽¹⁾
Ada Clarice Gastaldi⁽²⁾

RESUMO: A maioria dos indivíduos com lesão medular alta (C4 a C6) apresentam diminuição na sua função respiratória a partir do momento da lesão, sendo esta a principal causa de mortalidade nesses indivíduos, nos primeiros meses após a lesão. Assim, estes pacientes apresentam diminuição de volumes e capacidades pulmonares, da função pulmonar e da força dos músculos respiratórios, porém o percentual de perda de alguns destes parâmetros, avaliados na posição sentada, varia entre os autores. Dez pacientes com lesão medular (C4 a C7) foram avaliados para mensurar a pressão inspiratória máxima (PImáx), pressão expiratória máxima (PEmáx) e capacidade vital forçada (CVF), nas posições supina e sentada. O método de medidas seguiu padronização internacional, em seqüência aleatória, com o examinador "cego" sobre o valor das medidas. Os dados obtidos foram comparados com os valores previstos e entre as duas posições, de acordo com a prova de Wilcoxon, com nível de significância de 0,05 ou 5%. Os valores obtidos de PImáx, PEmáx e CVF, na posição sentada, foram menores que os valores previstos (PImáx = 60 ± 17,15 cm H₂O, 50% do previsto; PEmáx = 22 ± 5,69 cm H₂O, 10% do previsto; CVF = 1,60 ± 0,55 L, 41% do previsto) (p < 0,05); quando comparadas as posições, os valores na posição sentada foram menores que na posição supina (PImáx = 71 ± 25,42 cm H₂O, 60% do pre-

visto; PEmáx = 31 ± 15,92 cmH₂O, 14% do previsto; CVF = 2,22 ± 0,64L, 53% do previsto)(p < 0,05). Concluímos, portanto, que, pacientes tetraplégicos apresentam diminuição da força da musculatura respiratória e da CVF e que as perdas de CVF são menores na posição supina do que na posição sentada.

DESCRITORES: Resistência das vias respiratórias. Respiração com pressão positiva. Capacidade inspiratória. Respiração com pressão positiva intermitente. Capacidade pulmonar total. Quadriplegia. Espirometria. Modalidades de projeção.

ABSTRACT: Most patients with high spinal cord lesion (C₄-C₆) present decreased respiratory function, which is the principal cause of mortality among these individuals, especially during the early period pos lesion. These patients usually show reduced pulmonary volumes and capacities, impaired pulmonary function, and decreased respiratory muscle strength. Ten patients with Spinal Cord Injury (C₄ to C₇) were studied in order to evaluate the maximal inspiratory pressure (PImáx), maximal expiratory pressure (PEmáx), and forced vital capacity (FVC), which were measured in supine and sitting positions. The measurements were taken according to

⁽¹⁾ Fisioterapeutas, MSc.

⁽²⁾ Fisioterapeuta, PhD, Coordenadora do Mestrado em Fisioterapia.

Endereço para correspondência: Ada Clarice Gastaldi. Av. Nicomedes Alves dos Santos, 4545. Uberlândia. Minas Gerais. CEP: 38411-106.

e-mail: adagastaldi@hotmail.com

international standards, and determined in a random order. The researcher was blinded to the measurement values. The obtained data were compared with the predict values in both positions (supine and sitting) according to Wicoxon's Test. The significance was set at 0.05 level. The obtained values of PImax, PEmax, and FVC, in the sitting position, were smaller than the expected values (PImax = 60 ± 17,15 cm H₂O, 50% predicted; PEmax = 22 ± 5,69 cm H₂O, 10% predicted and CVF = 1,60 ± 0,55 L, 41% predicted) (p < 0,05). When the positions were compared, the results in the sitting position were lower than in the supine position (PImax = 71 ± 25,42 cmH₂O, 60% predicted; PEmax

= 31 ± 15,92 cm H₂O, 14% predicted and CVF = 2,22 ± 0,64L, 53% predicted) (p < 0,05). In conclusion, tetraplegic patients presented decreased respiratory muscles strength. In addition, the FVC values were higher in the supine position than in the sitting position.

KEY WORDS: Airway resistance. Positive-pressure respiration. Inspiratory capacity. Intermittent positive-pressure breathing. Total lung capacity. Quadriplegia. Modalities, position. Spirometry.

INTRODUÇÃO

A lesão medular é uma das mais graves incapacidades que podem acometer um indivíduo, por provocar alterações motoras e sensitivas, além de modificar as funções respiratória, circulatória, urinária, intestinal, controle térmico, pressão arterial, atividade sexual, levando-o não somente a uma dependência física, como também social, psicológica e profissional²⁴.

A maioria dos indivíduos com lesão medular alta (C₄ a C₆) apresenta uma diminuição na sua função respiratória a partir do momento da lesão. Esta é a principal causa de mortalidade, principalmente nos primeiros meses após a lesão^{13,20}.

Em pacientes com transecção traumática cervical inferior (C₆ a C₈), a caixa torácica e os músculos abdominais estão paralisados e o diafragma é o único músculo ativo durante a respiração tranqüila. Com isso, o movimento da caixa torácica e abdômen se altera, tornando-se diferente do padrão normal, quando estes pacientes assumem a posição sentada: durante a inspiração, enquanto o abdômen se expande, há um decréscimo no diâmetro ântero-posterior do terço superior da caixa torácica; em contraste, o terço inferior da caixa torácica se expande em fase com o abdômen, particularmente ao longo de seu diâmetro transversal^{6,15,18,19}.

O comprometimento da função pulmonar de lesados medulares já foi estudado por vários autores, que avaliaram: volume expiratório de reserva (VRE), volume residual (VR), capacidade vital (CV), capacidade vital forçada (CVF), capacidade pulmonar total (CPT); pressão inspiratória máxima (PImax), pressão expiratória máxima (PEmax) e obtiveram diminuição de VRE, CV, CVF, CPT, PImax

e PEmax e aumento de VR^{7,8,9,10,12,15,16,17,19,25}. A magnitude desta perda, porém, difere entre os autores. Além disso, a maioria dos estudos avaliou a função pulmonar na posição sentada, que é a posição padronizada para a realização destes testes, mas não é a posição em que os pacientes tetraplégicos permanecem a maior parte do tempo.

A proposta desta pesquisa foi quantificar a perda de força da musculatura respiratória e da capacidade vital forçada nas posições supina e sentada em pacientes tetraplégicos.

METODOLOGIA

Casuística

Foram avaliados dez pacientes, sendo nove do sexo masculino e um do sexo feminino, com média de idade de 31,80 ± 10,91, de 16 a 49 anos; com média de peso 69,50 ± 15,88 Kg, média de altura de 1,75 ± 0,11m, com diagnóstico prévio de traumatismo raqui-medular e níveis de lesão variando de C₄ a C₇. O tempo de lesão foi, em média, 72,20 ± 91,84 meses (variando de 12 a 288 meses), sendo as causas das lesões: 50% por acidentes automobilísticos, 40% por mergulho em águas rasas e 10% por arma de fogo. Dentre os pacientes, dois eram ex-tabagistas (com tempo de abstenção de um e de sete anos), os demais não fumantes, dentre os quais seis confirmaram que tiveram pelo menos uma infecção pulmonar logo após a lesão; a maioria no decorrer do primeiro ano posterior a esta.

Sete pacientes eram provenientes da Instituição APARU (Associação dos Paraplégicos de Uberlândia) e três pacientes de clínicas particulares da mesma cidade. Todos faziam uso de suas terapias

fisioterápicas de rotina e três pacientes utilizavam medicação (pacientes 3 e 9: antiespástico de ação medular; paciente 05: fitoterápico laxativo), sem nenhuma exceção, durante o desenvolvimento da presente pesquisa. Os pacientes e responsáveis foram devidamente informados sobre os procedimentos e os objetivos deste estudo, após o que assinaram um termo de consentimento. O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Humanos do Centro Universitário do Triângulo – UNIT.

Protocolo do estudo

Para dar início ao estudo, três assistentes foram selecionados e treinados, tendo por objetivo o aperfeiçoamento e padronização das técnicas de medidas.

Após a seleção e inclusão dos pacientes no estudo, os mesmos foram submetidos, primeiramente, a um prévio treinamento das medidas de força e de volumes pulmonares, a serem realizadas por pelo menos uma vez, garantindo-se que o fizessem de forma correta, evitando-se, assim, o efeito aprendido durante a pesquisa.

Durante a coleta dos dados, foram realizadas, no mínimo, três medidas de P_{Imáx}, P_{Emáx} e espirometria, nas posições supina e sentada, numa seqüência aleatória.

Medida das pressões respiratórias máximas

As pressões, em centímetros de água, foram medidas por um manovacuômetro (*Marshall Town – MV – 120 – USA*) que foi calibrado antes do início da pesquisa, conectado a um bocal de plástico de 2 cm de diâmetro interno, com um orifício de 1mm de diâmetro na extremidade, permitindo, desta forma, prevenir que os músculos da face não produzissem pressões adicionais que pudessem interferir no resultado da medida. Os pacientes foram orientados a prender o bocal com seus lábios para que não houvesse nenhum escape de ar durante o procedimento. Eles foram instruídos e incentivados a realizarem seus esforços máximos durante todas as medidas através da voz de comando do pesquisador.

As pressões inspiratórias máximas (P_{Imáx}) foram mensuradas a partir do VR e as pressões expiratórias máximas (P_{Emáx}), a partir da CPT, na posição sentada, de acordo com o método proposto por

Black e Hyatt². O mesmo protocolo foi adaptado para a posição supina³.

Foram realizadas medidas de P_{Imáx}, P_{Emáx} nas posições supina e sentada aleatoriamente. A repetição do processo era solicitada ao paciente até se alcançar no mínimo três medidas:

- quando o maior valor fosse obtido na última medida;
- quando as medidas não podiam ser verificadas corretamente;
- quando os valores de pressão não fossem mantidos por dois segundos;
- quando houvesse diferença igual ou maior a 20 centímetros de H₂O ou 10% entre elas.

Foi utilizado um período de intervalo para descanso de dois minutos entre cada medida para evitar o efeito cansaço, em que o paciente era orientado a não falar.

Foi considerado o maior valor obtido para os cálculos estatísticos.

Medidas espirométricas

Para as medidas espirométricas, foi utilizado um espirômetro de fole (AIR - SHIELDS VITALOR INC. model V-23, A NARCO MEDICAL CO. HATBORO, P.A 19040, USA) previamente calibrado. Após as medidas, entre as três curvas obtidas, foram selecionados pelo examinador os melhores valores obtidos de CVF e de VEF₁ seguindo-se os critérios da American Thoracic Society (ATS)¹¹. Foram registrados os valores de CVF, VEF₁ e a relação VEF₁/CVF (%).

Cálculo dos valores previstos para indivíduos saudáveis

Para o cálculo dos valores previstos de P_{Imáx} e P_{Emáx}, foi utilizada a tabela de normalidade de Black e Hyatt², que propõem as seguintes equações de regressão: para homens (P_{Imáx} = 129-0.13 A; P_{Emáx} = 229 + 0.08 A) e para mulheres (P_{Imáx} = 100-0.39 A; P_{Emáx} = 158 - 0.18 A), em que A = idade em anos.

Para os valores previstos de CVF, VEF₁ e a relação VEF₁/CVF (%) foi adotada a tabela de Kory et al.¹⁴.

Análise estatística

Para comparação entre os valores obtidos nos pacientes tetraplégicos e os valores previstos para indivíduos saudáveis na posição sentada, foi utilizado o teste de Wilcoxon. O nível de significância foi estabelecido em 0,05 ou 5%, em uma prova

bilateral para ambas as análises.

RESULTADOS

Os resultados mostraram valores inferiores ao previsto, em média, de 10% para a PEmáx e 50% para PImáx na posição sentada dos dez pacientes estudados ($p < 0,05$), mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores individuais, médias (MA), desvios-padrão (DP) e medianas (MD) de pressão inspiratória máxima (PImáx), pressão expiratória máxima (PEmáx), capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF₁) e relação VEF₁/CVF (%), obtidos e % do previsto (% prev.) na posição sentada dos dez pacientes tetraplégicos.

	PImáx		PEmáx		CVF		VEF ₁		VEF ₁ /CVF
	Obtido	% Prev	Obtido	% Prev	Obtido	% Prev	Obtido	% Prev	%
1	44	35,48	22	9,44	1,40	34,00	1,10	33,40	78
2	59	47,58	24	10,30	1,75	47,50	1,70	39,10	97
3	68	78,16	22	14,47	1,02	53,80	1,00	39,10	98
4	48	38,70	26	11,15	1,85	53,80	1,75	63,60	94
5	66	53,22	19	8,15	1,10	24,60	1,00	27,90	90
6	56	45,16	18	7,72	0,70	14,80	0,70	18,50	1
7	90	72,58	30	15,87	2,30	54,00	2,12	62,50	92
8	32	25,80	9	3,86	1,60	35,70	1,18	33,00	73
9	53	42,74	24	10,30	1,90	46,30	1,40	51,60	71
10	80	64,51	25	10,72	2,40	46,90	2,25	55,00	93
MA	60	50,00	22	10,00	1,60	41,00	1,42	42,37	89,00
DP	17,15	16,76	5,69	3,38	0,55	13,47	0,52	15,16	10,63
MD	57,50	46,37	23,00	10,30	1,68	46,60	1,29	39,10	92,50

Quando comparados os valores obtidos na posição supina com os valores previstos, os resultados foram semelhantes à posição sentada, em média de 14% do previsto para PEmáx e 60% do previsto para PImáx na posição supina dos dez pacientes estudados ($p < 0,05$), mostrados na Tabela 2. Quando comparados os valores de PImáx e PEmáx nas posições sentada e supina, não houve diferença estatisticamente significativa (Figura 1).

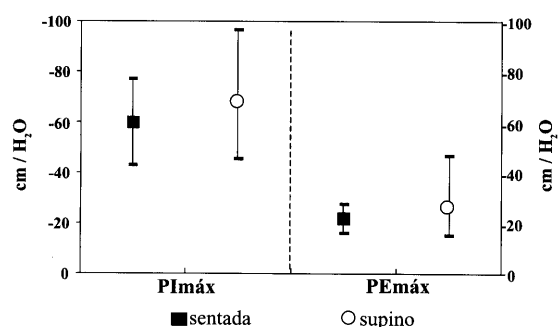


Figura 1 - Médias e desvios-padrão de PImáx e PEmáx, em cmH₂O, dos dez pacientes tetraplégicos, nas posições sentada e supina.

Os resultados mostraram valores de CVF obtidos menores que os valores previstos segundo a tabela de Kory et al.¹⁴ e Pereira et. al.²² ($p < 0,05$) para as posições supina e sentada com uma média de 53% do previsto da CVF na posição supina e uma média de 41% da CVF na posição sentada dos dez pacientes estudados (Tabelas 1 e 2).

Quando comparados os valores obtidos de CVF na posição supina e sentada, os valores de CVF obtidos foram maiores na posição supina, quando comparada com a posição sentada ($p < 0,05$), conforme mostrado na Figura 2.

Os valores obtidos de VEF₁ foram menores do que os valores previstos (Figura 2), porém a relação VEF₁/CVF manteve-se normal (acima de 85%) para todos os pacientes, sugerindo o padrão restritivo pulmonar, sem limitação de fluxo (Tabelas 1 e 2).

Tabela 2 - Valores individuais, médias (MA), desvios-padrão (DP) e medianas (MD) de pressão inspiratória máxima (PImáx), pressão expiratória máxima (PEmáx), capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF₁) e relação VEF₁/CVF (%), obtidos e % do previsto (% prev.) na posição supina dos dez pacientes tetraplégicos.

	PImáx		PEmáx		CVF		VEF ₁		VEF ₁ /CVF
	Obtido	% Prev	Obtido	% Prev	Obtido	% Prev	Obtido	% Prev	%
1	48	38,70	22	9,44	2,00	48,50	1,51	45,90	75
2	64	51,61	30	12,87	2,11	47,10	1,80	50,30	47
3	80	91,95	27	17,76	1,65	51,60	1,30	50,80	78
4	73	58,87	20	8,58	2,51	73,00	2,10	76,40	83
5	92	74,19	20	8,58	2,39	53,30	2,10	58,70	87
6	104	83,87	24	10,30	1,48	31,20	1,40	36,90	94
7	80	64,51	52	22,31	2,50	58,70	1,48	72,90	99
8	33	26,61	16	6,86	1,30	29,00	1,09	30,40	83
9	98	79,03	32	13,73	2,81	74,30	2,11	69,90	75
10	34	27,41	66	28,32	3,40	66,40	2,85	69,70	83
MA	71	60,00	31	14,00	2,22	53,00	1,77	56,19	80,40
DP	25,42	23,28	15,92	6,94	0,64	15,54	0,52	15,89	14,04
MD	76,50	61,69	25,50	11,59	2,25	52,45	1,66	54,75	83,00

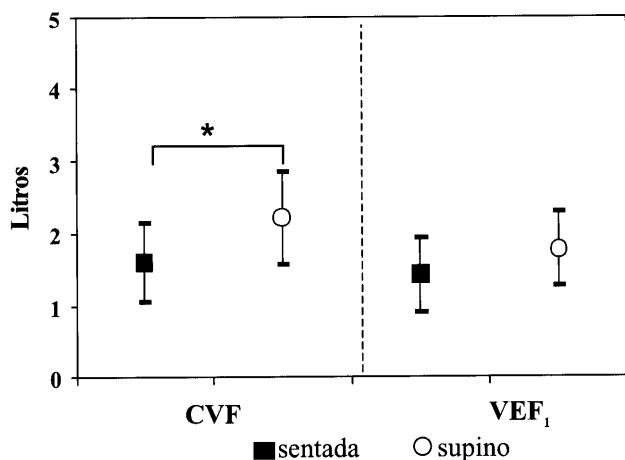


Figura 2 - Médias e desvios-padrão de CVF e VEF₁, em L, dos dez pacientes tetraplégicos, nas posições sentada e supina.

DISCUSSÃO

O presente trabalho avaliou as pressões inspiratórias e expiratórias máximas (PImáx e PEmáx) e capacidade vital forçada (CVF), nas posições sentada e supina, de pacientes com traumatismo raquimedular com nível de lesão variando entre C₄ a C₇, demonstrando que os pacientes apresentam valores obtidos dos parâmetros avaliados menores que os

previstos e que os valores de CVF foram maiores na posição supina.

Medidas de curvas espirométricas de pacientes tetraplégicos mostram um processo restritivo sem evidências de um componente obstrutivo^{15,16,19,25}, o que também pode ser observado nos pacientes da presente pesquisa, que demonstraram VEF₁ menor que o previsto em consequência de diminuição de CVF, com relação VEF₁/CVF normal.

Um dado que merece ser abordado é que a maioria dos estudos são realizados com um pequeno número de pacientes^{7,10,16,17,25}, muitas vezes inferiores a 10 pacientes como nesta pesquisa. Apesar disto, este e outros estudos possibilitam evidenciar claramente alguns resultados.

Uma dificuldade encontrada foi a grande variação no tempo de lesão, determinando a não homogeneidade deste parâmetro. Esta variação também está presente nos trabalhos de Loveridge et al.¹⁷; Lin et al.¹⁶; Baydur et al.¹; Van De Schans et al.²⁵; Estenne et al.⁷, porém este dado não deve comprometer os resultados, pois a literatura mostra uma estabilização dos parâmetros ventilatórios após três meses de lesão^{15,17,19,20}, e todos os pacientes tinham tempo de lesão maior que doze meses.

Estudos anteriores indicam que após a lesão, os pacientes são marcados por uma alta taxa de mortalidade, devido à perda do controle supra-espinhal dos músculos respiratórios inervados por segmentos espinhais, situados abaixo do nível da lesão^{8,9,15,17,20}, e que estes pacientes são caracterizados por uma diminuição da força inspiratória, volumes pulmonares e uma acentuada redução da força dos músculos expiratórios^{9,15,19,23}. Concordando com esses resultados, Gounden¹² demonstrou que tetraplégicos apresentam diminuição da força muscular inspiratória, com uma redução muito mais acentuada na força muscular expiratória.

O presente estudo mostrou valores obtidos de P_{Imáx} na posição sentada inferiores aos previstos ($60 \pm 17,15 \text{ cmH}_2\text{O}$), concordando com outros resultados da literatura^{9,10,12,16,17,19,25}. Houve uma diminuição de 50%, que é semelhante ao estudo de Fugl-Meyer et al.⁹ e difere dos estudos de Loveridge et al.¹⁷, Gounden¹² e Lin et al.¹⁶, todos demonstrando aproximadamente 60% de diminuição da P_{Imáx}.

Outro dado encontrado na literatura^{9,12,16,19,25} é que pacientes tetraplégicos apresentam uma redução muito mais acentuada na força dos músculos expiratórios, o que também pode ser demonstrado neste estudo, com diminuição de 90% da P_{Emáx} na posição sentada. Os resultados da literatura variam de 70% a 85%.

Os valores de pressões respiratórias foram comparados aqueles propostos por Black e Hyatt² por se tratar de uma referência internacional, utilizada pela maioria dos autores pesquisados. Também os valores propostos por Black e Hyatt² são comparáveis aos obtidos por Camelo Jr. et al.⁴ para a população brasileira.

O presente estudo encontrou também uma diminuição de CVF em relação aos valores previstos (41% do previsto na posição sentada), o que já havia sido demonstrado nos trabalhos de Ledsome et al.¹⁵; Loveridge et al.¹⁷; Lin et al.¹⁶; Van Der Schans et al.²⁵, porém, nestes estudos referidos, a diminuição foi em menor magnitude (55% a 60% do previsto).

O efeito da posição corporal sobre a função respiratória, em indivíduos saudáveis, é conhecido. De Troyer⁵, em seu estudo sobre a mecânica dos músculos abdominais em relação à postura, demonstrou que nenhuma atividade está presente nesses músculos durante a respiração em repouso, na posição supina, enquanto que a inclinação do indivíduo de 45° e 80° para cima

demonstrou atividade elétrica contínua. O autor concluiu que a atividade tônica dos abdominais promove um alongamento que previne o encurtamento excessivo do diafragma e que aumenta a sua habilidade de gerar pressão, ajudando a expandir a caixa torácica durante a fase inspiratória, enquanto diminui qualquer trabalho excessivo da musculatura inspiratória.

Nos pacientes tetraplégicos, a musculatura abdominal está denervada e a posição corporal modifica a função pulmonar; porém, neste caso, a gravidade tem um efeito adverso na posição sentada. Com a flacidez dos músculos abdominais durante a inspiração, o conteúdo abdominal move-se para fora e ocorre a descida do diafragma. Como na fase expiratória nenhuma ação abdominal ocorre para retornar o diafragma à sua posição de repouso, o paciente tetraplégico tem a sua ventilação pulmonar mais comprometida na posição sentada. No entanto, quando em posição supina, a ventilação melhora porque o abaixamento do diafragma é acompanhado por compressão do conteúdo abdominal e protrusão da parede abdominal flácida. Ao final da fase inspiratória, na posição supina, a retração elástica da parede abdominal combinada com os movimentos para cima do conteúdo abdominal e a ação da gravidade sobre o mesmo, movem o diafragma para cima, diminuindo o volume expiratório final e permitindo, desta forma, uma melhor excursão do diafragma na próxima inspiração^{1,19,21}.

Esta modificação na mecânica também foi observada nos pacientes deste estudo, que demonstraram uma melhora significativa da CVF, quando os pacientes passaram da posição sentada para a posição supina, passando de 41% do previsto na posição sentada para 53% na posição supina.

Este achado, concordante com a literatura, em pesquisa nas bases de dados MEDLINE e LILACS, não foi descrito em nenhum estudo realizado com amostras da população brasileira, caracterizando-o como uma referência inicial. Além disto, reforça a necessidade de conhecimento específico para a assistência fisioterápica do paciente tetraplégico e não a recomendação sistemática da postura elevada ou sentada, que favorece a ação do diafragma somente quando os abdominais não estão paralisados.

Concluiu-se, portanto, que pacientes tetraplégicos apresentam diminuição da força da musculatura respiratória e da capacidade vital forçada e que as perdas de capacidade vital forçada são menores na posição supina do que na posição sentada.

REFERÊNCIAS

1. Baydur A, Adkins RH, Milic-Emili J. Lung mechanics in individuals with spinal cord injury: effects of injury level and posture. *J Appl Physiol.* 2001;90:405-11.
2. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99:696-702.
3. Boaventura CM, Gastaldi AC, Silveira JM, Santos PR, Guimarães RC, De Lima LC. Effect of an abdominal binder on the efficacy of respiratory muscles in the seated and supine tetraplegic patients. *Physiotherapy.* 2003;89:290-5.
4. Camelo Júnior JS, Terra Filho J, Manco JC. Pressões respiratórias máximas em adultos normais. *J Pneumol.* 1985;11:181-4.
5. De Troyer A. Mechanical role of the abdominal muscle in relation to posture. *Respir Physiol.* 1983;53:341-53.
6. De Troyer A, Estenne M. Functional anatomy of the respiratory muscles. *Clin Chest Med.* 1988;9:175-93.
7. Estenne M, Pinet C, De Troyer A. Abdominal muscle strength in patients with tetraplegia. *Am J Respir Care Med.* 2000;161:707-12.
8. Forner JV. Lung volumes and mechanics of breathing in tetraplegics. *Paraplegia.* 1980;8:258-66.
9. Fugl-Meyer AR, Grimby G. Ventilatory function in tetraplegic patients. *Scand J Rehabil Med.* 1971;3:151-60.
10. Fujiwara T, Hara Y, Chino, N. Expiratory function in complete tetraplegics: study of spirometry, maximal expiratory pressure, and muscle activity of pectoralis major and latissimus dorsi muscles. *Am J Phys Med Rehabil.* 1999;78:464-9.
11. Gardner RM, Crapo RO, Nelson SB. Spirometry and flow-volume curves. *Clin Chest Med.* 1989;2:145-54.
12. Gounden, P. Static respiratory pressures in patients with post-traumatic tetraplegia. *Spinal Cord.* 1997;35:43-7.
13. Guttmann, L. Lesiones medulares. Barcelona: JIMS; 1981.
14. Kory, Callahan, Boren. Table of values for FVC. *Am J Med.* 1961;30:243-58.
15. Ledsome JR, Sharp JM. Pulmonary function in acute cervical cord injury. *Am Rev Respir Dis.* 1981;124:41-4.
16. Lin KH, Wu HD, Chang CW, Wang TG, Wang YH. Ventilatory and mouth occlusion pressure response to hypercapnia in chronic tetraplegia. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998;79:795-9.
17. Loveridge B, Sani R, Dubo HI. Breathing pattern adjustments during the first year following cervical spinal cord injury. *Paraplegia.* 1992;30:479-88.
18. Mansel JK, Norman JR. Respiratory complications and management of spinal cord injuries. *Chest.* 1990;97:1447-52.
19. McMichan JC, Michel L, Westbrook PR. Pulmonary dysfunction following traumatic quadriplegia. recognition, prevention and treatment. *JAMA.* 1980;243:528-31.
20. Mesard L, Carmody A, Mannarino E, Ruge D. Survival after spinal cord trauma. A life table analysis. *Arch Neurol.* 1978;35:78-83.
21. Mortola JP, Sant'Ambrogio G. Motion of the rib cage and abdomen in tetraplegic patients. *Clin Sci Mol Med.* 1978;54:25-32.
22. Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG, Pereira FWL, Gerstler JG, Nakatani J. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Pneumol.* 1992;18:10-22.
23. Stone DJ, Keltz H. The effect of respiratory muscle dysfunction on pulmonary function. *Am Rev Respir Dis.* 1963;88:621-8.
24. Umphred DA. *Fisioterapia neurológica.* 2a. ed. São Paulo: Manole; 1994.
25. Van Der Schans CP, Piers A, Mulder GA. Efficacy of coughing in tetraplegic patients. *Spine.* 2000;25:2200-3.

Recebido para publicação: 27/06/03

Aceito para publicação: 03/05/04