

# Efeitos da Imersão nos Parâmetros Ventilatórios de Indivíduos com Distrofia Muscular de Duchenne

*Immersion effects in the ventilatory parameters of individuals with Duchenne Muscular Dystrophy*

*Renata D'Agostini Nicolini<sup>1</sup>, Douglas Braga<sup>2</sup>, Cristhiane Valério Garabello Pires<sup>3</sup>, Raphael Augusto Fernandes Oliveira<sup>4</sup>*

## RESUMO

**Objetivo.** Analisar os efeitos da imersão nos parâmetros ventilatórios de pacientes não deambuladores com Distrofia Muscular de Duchenne (DMD). **Método.** Estudo transversal, com casuística de 21 indivíduos, 8 com DMD e 13 formando o grupo controle (GC). Foram avaliados em solo e durante a imersão os seguintes parâmetros: saturação de oxigênio (SatO<sub>2</sub>), frequência cardíaca (FC), pressão inspiratória (PI<sub>max</sub>) e expiratória máximas (PE<sub>max</sub>), volume minuto (VM), frequência respiratória (Fr), volume corrente (VC), capacidade vital forçada (CVF) e pico de fluxo de tosse (PFT). **Resultados.** O grupo DMD diminuiu a CVF no meio líquido. O GC diminuiu o PFT, a Fr e aumentou o VC após a imersão. Os valores de CVF em solo e no meio líquido obtiveram uma correlação positiva no grupo DMD e no GC, assim como os valores de PFT no grupo DMD. **Conclusão.** Como a correlação entre CVF e PFT foi positiva, sugere-se uma fórmula para estimar estes parâmetros ventilatórios em meio líquido a partir dos resultados obtidos em solo. Sendo este um importante parâmetro a ser considerado na indicação de fisioterapia aquática para pacientes com DMD.

**Unitermos.** Distrofia Muscular de Duchenne, Imersão, Capacidade Vital Forçada.

**Citação.** Nicolini RDA, Braga D, Pires CVG, Oliveira RAF. Efeitos da Imersão nos Parâmetros Ventilatórios de Indivíduos com Distrofia Muscular de Duchenne.

## ABSTRACT

**Objective.** To analyze the effects of immersion on the ventilatory parameters of non-ambulant patients with Duchenne Muscular Dystrophy (DMD). **Method.** Transversal study, with casuistry of 21 individuals, 8 with DMD and 13 forming the control group (CG). They were evaluated in ground and during immersion at the following parameters: oxygen saturation (SatO<sub>2</sub>), heart rate (HR), maximal inspiratory (PI<sub>max</sub>) and maximal expiratory (PE<sub>max</sub>) pressures, minute volume (MV), respiratory rate (RR), tidal volume (TV), forced vital capacity (FVC) and cough peak flow (CPF). **Results.** The DMD group reduced the FVC in the water. The CG decreased the CPF, the RR, and increased the TV after immersion. The values of FVC in ground and in the water had a positive correlation between both groups, as like the values of PFT in group DMD. **Conclusion.** The positive correlations of FVC and CPF suggests a way to estimate these ventilatory parameters in immersion from the results obtained in ground. This is an important parameter to be considered in the indication of aquatic therapy for patients with DMD.

**Keywords.** Duchenne Muscular Dystrophy, Immersion, Forced Vital Capacity.

**Citation.** Nicolini RDA, Braga D, Pires CVG, Oliveira RAF. Immersion effects in the ventilatory parameters of individuals with Duchenne Muscular Dystrophy.

**Trabalho de conclusão de curso da especialização em Intervenção Fisioterapêutica em Doenças Neuromusculares UNIFESP-EPM, realizado na Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD Central-SP), São Paulo-SP, Brasil.**

1. Fisioterapeuta, Mestranda, Instituto de Neuro-Ortopedia, Caxias do Sul-RS, Brasil.
2. Fisioterapeuta, Especialista, setor de Fisioterapia aquática da AACD Central, referência na clínica de Poliomielite e Doenças Neuromusculares, Fisioterapeuta do ambulatório de doenças desmielinizantes da UNIFESP, São Paulo-SP, Brasil.
3. Fisioterapeuta, Especialista, setor de fisioterapia adulto da AACD Central, chefe da Clínica de Fisioterapia Respiratória de Adulto nas Doenças Neuromusculares e Lesão Medular, São Paulo-SP, Brasil.
4. Fisioterapeuta, Especialista em Acupuntura, setor de fisioterapia adulto da AACD Central, São Paulo-SP, Brasil.

### Endereço para correspondência:

Douglas Martins Braga  
R: Bento Vieira, 101, apto 25, Bloco II,  
CEP 042020-030, São Paulo-SP, Brasil.  
Tel.: 55 11 9236-7396  
E-mail: douglasbraga78@hotmail.com

Original

Recebido em: 31/08/10

Aceito em: 27/06/11

Conflito de interesses: não

## INTRODUÇÃO

A Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) apresenta como principal causa de morbidade as disfunções respiratórias, sendo estas a principal causa de morte nestes indivíduos<sup>1,2</sup>. Os avanços tecnológicos nas áreas da reabilitação, através do surgimento de equipamentos modernos de ventilação não-invasiva, ventilação mecânica invasiva e de higiene brônquica, prolongaram a expectativa de vida destes pacientes<sup>1,2</sup>. Sendo assim, estudos com esta população em uma faixa etária mais avançada têm despertado o interesse de pesquisadores.

A fisioterapia aquática é utilizada nos centros de reabilitação no tratamento de pacientes com DMD e tem demonstrado bons resultados na melhora e/ou manutenção da qualidade de vida, assim como nas condições motoras e respiratórias destes indivíduos<sup>3,4,5</sup>. Entretanto, poucos estudos são encontrados a respeito dos efeitos da imersão em água nestes indivíduos<sup>6</sup>. O conhecimento dos efeitos fisiológicos da imersão é fundamental para a segurança e o sucesso do tratamento de fisioterapia aquática para pacientes com DMD.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos da imersão em água, no nível da sétima vértebra cervical (C7), nos parâmetros ventilatórios de pacientes não-deambuladores com DMD, correlacionando estes resultados com os de indivíduos deambuladores de mesma faixa etária e sem doença neurológica.

## MÉTODO

Estudo de caráter transversal realizado na Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD Central-SP), aprovado pelo Comitê de Ética da mesma Instituição sob o parecer nº018/2010. A execução deste está de acordo com a resolução nº196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

A casuística do estudo foi de 21 indivíduos, sendo o grupo estudo (DMD) formado por 08 indivíduos não-deambuladores com DMD e o grupo controle (GC) formado por 13 indivíduos deambuladores saudáveis.

A amostra do grupo estudo foi selecionada através de uma pesquisa no banco de dados da AACD e os colaboradores do GC foram selecionados aleatoriamente, de acordo com os critérios que seguem.

Os critérios de inclusão estabelecidos para o gru-

po DMD foram: apresentar entre 15 e 22 anos, ter grau de entendimento a fim de colaborar com os testes, apresentar o diagnóstico de DMD registrado em prontuário da instituição e não apresentar marcha. Os critérios de inclusão para o GC foram: possuir idade entre 15 e 22 anos, ter grau de entendimento a fim de colaborar com os testes solicitados, não apresentar doença neurológica ou outro tipo de doença, ser deambulador. Foram excluídos os indivíduos que apresentaram infecção respiratória a menos de um mês da avaliação e distúrbio ventilatório restritivo grave. Os colaboradores ou responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e em seguida, os indivíduos responderam a um breve questionário.

## Procedimento

Na avaliação respiratória, foram mensurados os seguintes parâmetros ventilatórios: Saturação de Oxigênio (SatO<sub>2</sub>), Frequência Cardíaca (FC), Volume Minuto (VM), Frequência Respiratória (Fr), Volume Corrente (VC), Pico de Fluxo de Tosse (PFT), Capacidade Vital Forçada (CVF), Pressão Inspiratória Máxima (PI<sub>max</sub>) e Pressão Expiratória Máxima (PE<sub>max</sub>).

A avaliação foi realizada primeiramente em solo, com os colaboradores sentados em superfície estável (tablado ou cadeira de rodas) com os pés apoiados e após quatro horas de descanso, a mesma avaliação foi realizada no meio líquido, com os indivíduos sentados em tablado com nível de imersão de C7. Depois de posicionados, os indivíduos ficaram 15 minutos em imersão e foram avaliados no meio líquido.

As avaliações foram realizadas em uma piscina que apresenta 3,6 metros de largura por 11,5 metros de comprimento e com temperatura termoneutra de 33°C. As avaliações foram realizadas por duas examinadoras previamente treinadas e habituadas com os testes de prova de função pulmonar. Uma avaliadora auxiliou no posicionamento do colaborador, no meio líquido e outra avaliadora realizou as aferições, na borda da piscina.

A SatO<sub>2</sub> e a FC foram mensuradas através do Oxímetro de pulso portátil de dedo. O VM, o VC e a CVF foram obtidos através do ventilômetro. O PFT foi aferido através do medidor de fluxo expiratório e a PI<sub>max</sub> e a PE<sub>max</sub> foram aferidas através do manovacuômetro.

A mensuração de cada parâmetro foi realizada com três medidas, respeitando a fadiga respiratória de cada indivíduo através da Frequência Cardíaca (FC). A FC foi verificada antes de cada mensuração (VM, PFT, CVF, VC, PImax, PEmax) por meio do oxímetro em um intervalo de tempo de 30 segundos, suficiente para o retorno da FC ao seu valor basal, eliminando a influência da fadiga da musculatura respiratória nos parâmetros avaliados<sup>7</sup>.

Todas as mensurações seguiram as recomendações preconizadas pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia<sup>8</sup>, sendo realizadas três aferições de cada parâmetro e considerado o maior resultado obtido. Para todas essas medidas, foi utilizado um clipe nasal e enfatizada a necessidade de evitar escapes de ar ao redor do bocal dos aparelhos utilizados. Os instrumentos utilizados encontravam-se devidamente calibrados.

### Análise Estatística

Os dados de SpO<sub>2</sub>, FC, FR, VC, VM, PImax, PEmax, CVF e PFT foram avaliados por análise não paramétrica de Wilcoxon, para comparar os dados em solo e no meio líquido intra-grupos. As comparações entre o GC e o grupo DMD foram realizadas por análise não paramétrica e não pareada de Mann-Whitney. As correlações de Spearman seguidas de Regressão Linear foram utilizadas para análise da CVF e PFT, quando relacionados dados coletados em solo e em meio líquido. Para as análises realizadas, foi utilizado programa *Prism version 4*®, e o nível de significância foi de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

A mediana de idade dos participantes do grupo DMD é de 16,5 anos (com 1º Quartil em 16,0 e 3º Quartil em 18,3) e dos participantes do GC é de 19,0 anos (16,0/20,0). A mediana da idade da perda da marcha nos indivíduos DMD deste estudo é de 11 (10/12) anos e a mediana de tempo sem deambular é de 6,5 (5,5/7,0) anos.

Dos indivíduos do grupo DMD, 62,5% realizam fisioterapia semanal e utilizam ambú, 12,5% fazem uso de BIPAP e corticoterapia e 37,5% apresenta alteração respiratória durante o sono.

A Tabela 1 apresenta os resultados, com significância estatística, obtidos nas avaliações respiratórias, em solo e no meio líquido, no GC e DMD. A Tabela 2 mostra os resultados significantes da comparação dos grupos, em solo e no meio líquido.

A Fr, no grupo DMD, não apresentou diferença quando avaliada dentro e fora da água ( $p=0,38$ ). No GC, houve uma diminuição significativa ( $p=0,02$ ) da Fr dentro da água em relação ao solo. Na comparação dos grupos, no meio líquido o grupo DMD apresenta valores maiores de Fr (0,02).

Nos dados obtidos com o oxímetro, não houve diferença significativa entre os valores de SatO<sub>2</sub> do solo e do meio líquido, em ambos os grupos. Na FC, também não se observou diferença nas medidas do GC e DMD em relação à avaliação em solo e na água. Entretanto, comparando os grupos em solo e no meio líquido houve di-

Tabela 1

Mediana (1º Quartil/3º Quartil) e p-valor dos parâmetros, com significância estatística, avaliados em solo e em imersão nos pacientes com DMD e GC

Variáveis	DMD			GC		
	Solo	p-valor	Imersão	Solo	p-valor	Imersão
Fr (irpm)	-----	-----	-----	20 (16/22)	* <b>0,02</b>	17 (13/20)
VC (ml)	-----	-----	-----	920 (690/1100)	<b>03</b>	1150 * <b>0</b> , (700/1310)
CVF (ml)	3500 (2535/4100)	* <b>0,01</b>	3150 (2072,5/3662,5)	-----	-----	-----
PFT (ml/min)	-----	-----	-----	420 (380/440)	* <b>0,00</b>	270 (220/300)

GC = grupo controle; DMD = grupo estudo de Distrofia Muscular de Duchenne; Fr = frequência respiratória; VC = volume corrente; CVF = capacidade vital forçada; PFT = pico de fluxo de tosse; \*p- valores com significância estatística.

Tabela 2

Mediana (1º Quartil/3º Quartil) e p-valor da comparação dos grupos DMD e GC, com significância estatística, em solo e em imersão

Variáveis	Solo			Imersão		
	DMD	p-valor	CG	DMD	p-valor	CG
FC (bpm)	101 (92,5/104,5)	<b>*0,01</b>	80 (75/90)	106,5 (98,5/111,25)	<b>*0,00</b>	81 (72/85)
VC (ml)	500 (422,5/792,5)	<b>*0,03</b>	920 (690/1100)	485 (356,9/855)		1150 (700/1310)
CVF (ml)	3500 (2535/4100)	<b>*0,00</b>	8080 (7710/9950)	3150 (2072,5/3662,5)	<b>*0,00</b>	7510 (6240/9300)
PFT (ml/min)	210 (178,75/246,25)	<b>*0,00</b>	420 (380/440)	-----	-----	-----
PI <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	-45 (-85/-43,75)	<b>*0,00</b>	-120 (-150/-110)	-50 (-80/-40)	<b>*0,00</b>	-130 (-155/-105)
PE <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	32,5 (30/37,5)	<b>*0,00</b>	90 (75/95)	35 (25/41,25)	<b>*0,00</b>	90 (90/100)

GC = grupo controle; DMD = grupo estudo de Distrofia Muscular de Duchenne; FC = frequência cardíaca; VC = volume corrente; CVF = capacidade vital forçada; PFT = pico de fluxo de tosse; PI<sub>max</sub> = pressão inspiratória máxima; PE<sub>max</sub> = pressão expiratória máxima; \*p- valores com significância estatística.

ferença significativa ( $p=0,01$  e  $p=0,00$ , respectivamente), sendo a FC maior nos indivíduos com DMD.

Com relação aos volumes pulmonares observa-se que o VC não apresentou diferença significativa na avaliação em solo e no meio líquido no grupo DMD. No GC, houve um aumento significativo no VC ( $p=0,03$ ) no meio líquido. Quando comparados o GC e DMD na avaliação em solo e no meio líquido, o grupo DMD apresenta valores menores de VC ( $p=0,03$  e  $p=0,02$ , respectivamente). O VM, em ambos os grupos, não apresentou diferença significativa entre a avaliação dentro e fora da água e também na comparação entre os grupos na avaliação em solo e no meio líquido.

A CVF apresentou-se menor estatisticamente no meio líquido nos indivíduos com DMD ( $p=0,01$ ) e no GC não houve diferença. Quando comparados os grupos em solo e no meio líquido, os indivíduos DMD apresentam CVF significativamente menor que os indivíduos do GC.

Foram realizadas correlações dos valores de CVF obtidos em solo e no meio líquido (Figura 1). Esses dados resultaram em uma correlação positiva tanto no GC quanto DMD (GC:  $p=0,03$ ,  $r=0,9$ ; DMD:  $p=0,00$ ,  $r=0,6$ ). Também foi possível observar que no grupo DMD houve uma dispersão muito menor dos dados ( $r=0,9$ ), o que no GC apresentou-se maior ( $r=0,6$ ), indicando pouca correlação e valores mais dispersos.

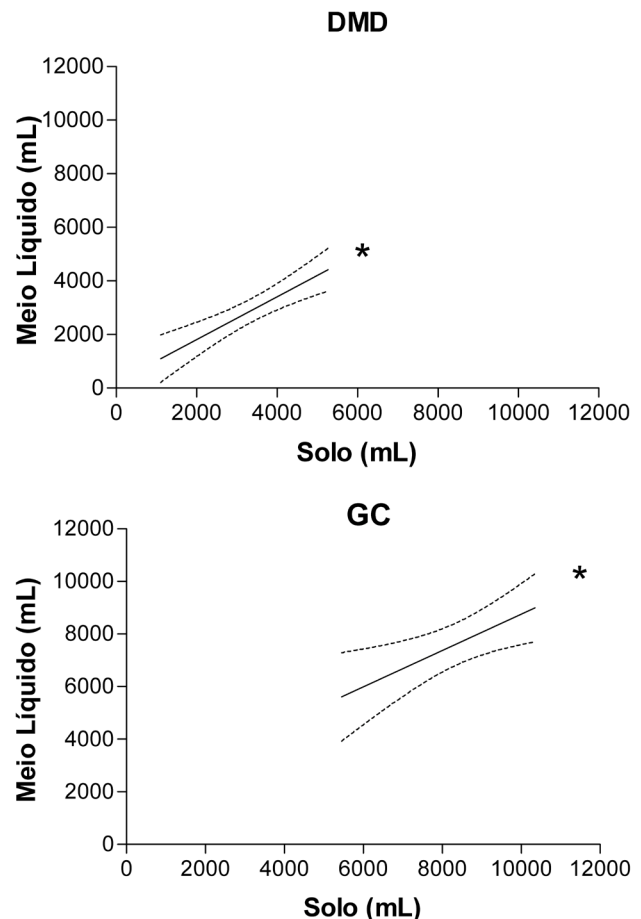


Figura 1. Gráfico demonstrativo das correlações positivas dos valores de CVF, em solo e no meio líquido: (A) no grupo DMD e (B) no GC. CVF = Capacidade Vital Forçada, DMD = Distrofia Muscular de Duchenne, GC = grupo controle.

Com relação às pressões avaliadas com o manovacuômetro, em ambos os grupos não houve diferença na P<sub>I</sub>max e na P<sub>E</sub>max em solo e no meio líquido. Entretanto, quando comparados o grupo DMD e o GC, tanto a P<sub>I</sub>max como a P<sub>E</sub>max são estatisticamente menores nos indivíduos do grupo DMD.

O PFT não apresentou diferença na avaliação em solo e no meio líquido no grupo DMD. No GC, os valores de PFT foram estatisticamente menores na avaliação no meio líquido do que em solo. Na comparação do PFT entre os grupos, em solo o grupo DMD apresentou valores de PFT significativamente menores que o GC. Porém, no meio líquido, não houve diferença significativa entre os valores do grupo DMD e GC.

Os valores de PFT em solo e no meio líquido também foram correlacionados e observou-se uma correlação positiva entre eles no grupo DMD ( $p=0,01$ ;  $r=0,83$ ). No GC, não foi possível observar essa correlação ( $p=0,68$ ;  $r=0,12$ ) (Figura 2).

## DISCUSSÃO

A perda da marcha é fato marcante para os pacientes com DMD. Neste estudo, observamos que a mediana da idade da perda da marcha foi de 11 (10/12) anos e está de acordo com a idade de 9 a 12 anos relatada na literatura<sup>4,9</sup>.

Após a imersão, o grupo DMD teve uma redução significativa na CVF, de 10,05%, e o GC apresentou uma diminuição na Fr e no PFT, e um aumento no VC. Quando comparados os grupos em solo, o grupo DMD apresenta valores maiores de FC e valores menores de CVF, PFT, VC, P<sub>I</sub>max e P<sub>E</sub>max. Enquanto que, na comparação dos grupos, na avaliação no meio líquido o grupo DMD apresenta valores maiores de FC e Fr, e valores menores de CVF, VC, P<sub>I</sub>max e P<sub>E</sub>max.

Dentre os estudos encontrados, apenas um aborda a influência da imersão em parâmetros ventilatórios em indivíduos com DMD. Ele avaliou 20 pacientes com DMD, com idade entre 8 e 15 anos, em solo, após a imersão e após uma sessão de hidroterapia. Com relação aos resultados encontrados na avaliação em solo e após a imersão, este estudo observou uma diminuição na FC, na SatO<sub>2</sub> e na FC, após a imersão<sup>6</sup>. Entretanto, não se sabe se estes resultados são significativos, pois esta pes-

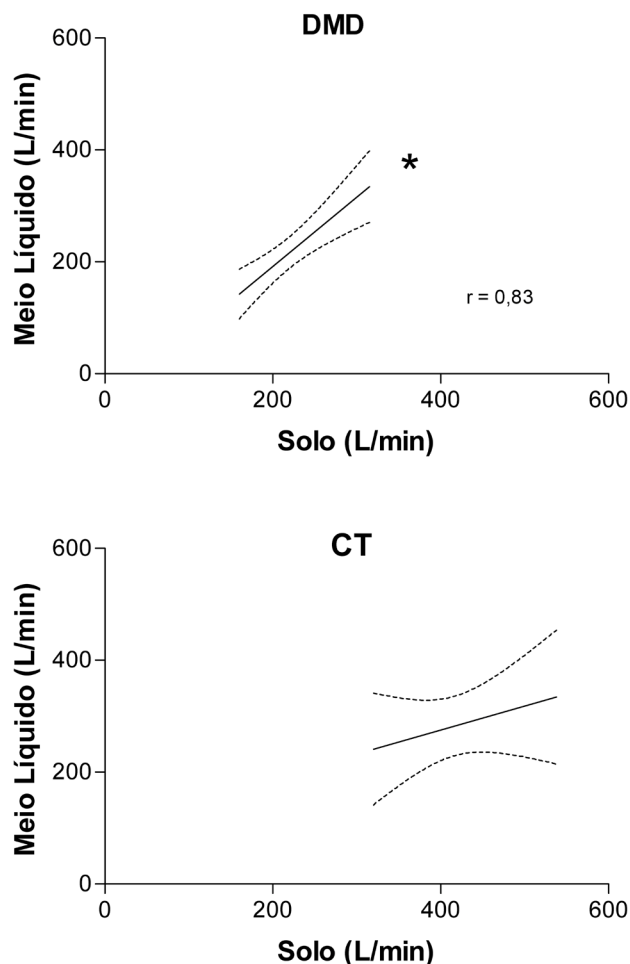


Figura 2. Gráfico demonstrativo das correlações dos valores de PFT em solo e no meio líquido: (A) correlação positiva no grupo DMD e (B) correlação pouco positiva no GC. PFT = Pico de Fluxo de Tosse, DMD = Distrofia Muscular de Duchenne, GC = grupo controle.

quisa apresenta uma metodologia pouco elucidada, sem análise estatística.

A Fr apresentou uma diminuição significativa no meio líquido no GC, diferentemente de um estudo com imersão no nível do pescoço em sete indivíduos com fraqueza ou paralisia do diafragma (Esclerose Lateral Amiotrófica-ELA, Atrofia Muscular Espinhal-AME e Paralisia Diafragmática Idiopática-PDI) e sete indivíduos saudáveis, em que a Fr não apresentou mudanças significativas nos indivíduos do grupo controle, entre o solo e a imersão, embora houvesse uma tendência de aumento da Fr, enquanto que os indivíduos do grupo estudo aumentaram a Fr<sup>10</sup>. Outro estudo também não observou alterações significativas na Fr entre a avaliação em ar ambiente e em imersão no nível dos ombros, em temperatura ter-

moneutra (34°C), em 10 indivíduos saudáveis com idade média de 26,2 + 5,6 anos<sup>11</sup>. Sugere-se que os indivíduos do GC diminuam o número de incursões respiratórias em um minuto no meio líquido, pois aumentaram o VC.

O VC foi avaliado em outros estudos, em indivíduos normais, com imersão ao nível dos ombros a 34°C e ao nível do pescoço a 25-30°C, e não sofreu alterações quando avaliado em solo e em imersão<sup>11,12</sup>.

A CVF foi avaliada em alguns estudos, em indivíduos normais. Um estudo com oito colaboradores com média de idade de 30,2 anos obteve uma redução de aproximadamente 9% na CVF durante imersão ao nível do pescoço<sup>13</sup>. Outro estudo relatou uma redução equivalente a 8% em sua amostra de quatro indivíduos imersos no nível do pescoço em uma temperatura de 25-30°C 12. Uma diminuição significativa na CVF foi encontrada em uma pesquisa que avaliou 10 sujeitos imersos até o ombro, em temperatura termoneutra<sup>11</sup>. Estes estudos corroboram com os resultados obtidos nesta pesquisa, em que o grupo DMD teve uma redução de 10,05% no meio líquido (p=0,01). Já no GC, houve uma redução de 5,05%, porém, sem significância estatística (p=0,08). A literatura enfatiza que a redução da CVF se deve às forças hidrostáticas que estão agindo em oposição à musculatura inspiratória e ao aumento do volume sanguíneo intratorácico, levando a uma diminuição da complacência pulmonar<sup>12-14</sup>.

Quando comparados os grupos em solo e no meio líquido, os indivíduos DMD apresentam CVF significativamente menor que os indivíduos do GC. Em crianças com distrofia muscular pseudohipertrofica, ocorre uma redução da CVF que varia de 57 a 70 por cento do normal previsto<sup>15</sup>. Sabe-se também que a capacidade vital aumenta concomitantemente com o crescimento físico até o início da juventude, entretanto, nos pacientes com DMD esse valor começa a diminuir precocemente, por volta da idade em que a deambulação é perdida<sup>16,17</sup>. Com o crescimento lento e a fraqueza progressiva, a capacidade vital sofre uma queda em torno de 8 a 8,5% por ano após os 10-12 anos de idade<sup>18</sup>.

Foi observada uma correlação positiva dos valores de CVF obtidos em solo e no meio líquido, tanto no GC quanto DMD (GC: p=0,037, r=0,9; DMD: p=0,005, r=0,6). Também foi possível observar que no

grupo DMD houve uma dispersão muito menor dos dados (r=0,9), o que no GC apresentou-se maior (r=0,6), indicando pouca correlação e valores mais dispersos. A partir dessa correlação, é possível obter os valores de CVF em meio líquido a partir de valores obtidos em solo, de acordo com as equações das respectivas retas traçadas pelas regressões lineares, onde  $CVF_{liq}$  é o valor referente à CVF no meio líquido, e  $CVF_{solo}$  referente ao valor da CVF em solo:

$$\text{DMD: } CVF_{liq} = 0,80 * CVF_{solo} + 219,80$$

$$\text{GC: } CVF_{liq} = 0,69 * CVF_{solo} + 1837,00$$

Por exemplo, no indivíduo V.P.S. do grupo DMD, que apresentou  $CVF_{solo}$  de 4700 ml, pode-se estimar que sua  $CVF_{liq}$  seja de 3979,8 ml.

$$\begin{aligned} \text{DMD: } CVF_{liq} &= 0,80 * 4700 + 219,80 \\ CVF_{liq} &= 3760 + 219,80 \\ CVF_{liq} &= 3979,8 \text{ ml} \end{aligned}$$

O PFT não apresentou diferença na avaliação em solo e no meio líquido no grupo DMD. No GC, os valores de PFT foram estatisticamente menores na avaliação no meio líquido do que em solo. Porém, por mais que tenham diminuído não ficaram menores que os apresentados pelo grupo DMD. Sugere-se que este achado de diminuição do PFT no GC sem alteração no grupo DMD deva-se ao fato de os pacientes com DMD estarem em trabalho respiratório aumentado continuamente devido à hipoventilação e a pressão hidrostática imposta ao tórax não exercer maiores dificuldades, diferentemente dos indivíduos sem doença neurológica do GC.

Na comparação do PFT entre os grupos, em solo, o grupo DMD apresentou valores significativamente menores que o GC. Porém, no meio líquido, não houve diferença significativa. Os fluxos de tosse são diminuídos para pacientes com reduzida capacidade de inflar os pulmões (capacidade vital)<sup>19</sup>. Os pacientes com DMD apresentam uma diminuição no PFT e, de acordo com o Consenso de cuidado respiratório de DMD, o PFT está relacionado com a habilidade de eliminar secreções, valores abaixo

de 160L/min são indicativos de ineficaz limpeza das vias aéreas e em pacientes com PFT menor que 270L/min devem ser ensinadas estratégias para melhorar a limpeza das vias áreas e tecnologias de assistência à tosse<sup>2</sup>. No presente estudo a média do PFT do grupo DMD foi de 210L/min e os indivíduos foram encaminhados a orientações de fisioterapia respiratória na instituição.

Observou-se uma correlação positiva entre os valores de PFT em solo e no meio líquido no grupo DMD ( $p=0,01$ ;  $r=0,83$ ). No GC, não foi possível observar essa correlação ( $p=0,68$ ;  $r=0,12$ ) (Figura 2). Assim, como nos dados de CVF, a partir da correlação positiva dos dados de PFT no grupo DMD pode-se obter os valores em meio líquido deste parâmetro respiratório, tendo como partida o valor obtido em solo, de acordo com a seguinte fórmula, onde  $PFT_{liq}$  representa o valor de PFT no meio líquido, e  $PFT_{solo}$  este valor em solo:

$$\text{DMD: } PFT_{liq} = 1,24 * PFT_{solo} - 55,66$$

Por exemplo, o indivíduo F.A.S. do grupo DMD que apresentou  $PFT_{solo}$  de 180 L/min pode-se estimar que sua  $PFT_{liq}$  seja de 167,54 L/min.

$$\begin{aligned} \text{DMD: } PFT_{liq} &= 1,24 * PFT_{solo} - 55,66 \\ PFT_{liq} &= 1,24 * 180 - 55,66 \\ PFT_{liq} &= 223,2 - 55,66 \\ PFT_{liq} &= 167,54 \end{aligned}$$

Os valores de  $PI_{max}$  e  $PE_{max}$ , na comparação dos grupos, são estatisticamente menores nos indivíduos do grupo DMD. Já é sabido na literatura que os pacientes com DMD apresentam perda da força da musculatura respiratória que leva à ineficácia da tosse e à hipoventilação<sup>16,20</sup>.

Valores referenciais, para indivíduos acima de 20 anos, de  $PI_{max}$  estão em torno de  $124 \pm 44 \text{ cmH}_2\text{O}$  para homens e os valores de  $PE_{max}$  estão em torno de  $233 \pm 84 \text{ cmH}_2\text{O}$  para homens<sup>8</sup>. Num estudo com amostra de 35 pacientes com DMD, com mais de 16 anos de idade, a  $PI_{max}$  foi de  $31,7 \pm 18,4 \text{ cmH}_2\text{O}$  e a  $PE_{max}$  foi de  $26,0 \pm 15,6 \text{ cmH}_2\text{O}$ <sup>17</sup>. Uma  $PI_{max}$  com alta negatividade, de  $-60 \text{ cmH}_2\text{O}$  ou um valor de  $PE_{max}$  com alta positividade de  $+90 \text{ cmH}_2\text{O}$ , excluem a fraqueza dos músculos

respiratórios quando associados à medida de CVF<sup>21</sup>.

Valores de pressão expiratória máxima de  $60 \text{ cmH}_2\text{O}$  ou mais estão associados à capacidade de gerar fluxos aéreos adequados durante a tosse, enquanto que pacientes com medidas menores que  $60 \text{ cmH}_2\text{O}$  devem ser ensinados quanto às estratégias de limpeza da via aérea e de tecnologia que auxiliem a tosse, e valores menores ou iguais a  $45 \text{ cmH}_2\text{O}$  estão correlacionadas à tosse ineficaz<sup>2,20</sup>.

A mediana da  $PE_{max}$  no grupo DMD em solo foi de 32,5 (30,0/37,5)  $\text{cmH}_2\text{O}$  e da  $PI_{max}$  foi de 45,0(85,0/43,7), sendo assim, os pacientes foram encaminhados para orientação de fisioterapia respiratória.

Os indivíduos do GC apresentaram maiores alterações nos parâmetros ventilatórios após a imersão em nível de C7 do que os pacientes do grupo DMD. Estes resultados podem estar relacionados ao fato de apenas um indivíduo do GC ( $n=13$ ) ter contato com o meio líquido.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que durante a imersão no meio aquático os indivíduos não-deambuladores com DMD apresentam comportamento fisiológico diferente do meio terrestre, com diminuição da CVF, diferentemente dos indivíduos do GC que diminuíram o PFT, a Fr e aumentaram o VC. É importante salientar que essas alterações ventilatórias decorrentes da imersão devem ser levadas em consideração no momento da indicação de fisioterapia aquática para pacientes com DMD.

A partir das correlações positivas encontradas com a CVF e o PFT, quando comparados em solo e no meio líquido, sugere-se uma fórmula para estimar estes parâmetros ventilatórios em meio líquido a partir dos resultados obtidos em solo. Desta forma, pode-se avaliar mais seguramente a indicação de fisioterapia aquática para indivíduos com DMD, levando em consideração os valores de CVF e PFT estimados em imersão.

Estudos com maior número de indivíduos podem contribuir para melhor elucidar os efeitos da imersão nos parâmetros ventilatórios. Entretanto, os dados obtidos nesta pesquisa são de grande importância para o embasamento científico em fisioterapia aquática, tendo em vista a população específica de pacientes com DMD não-deambuladores e a ausência de literatura com confiabilidade nesta área.

## REFERÊNCIAS

1. Benditt JO. Initiating Noninvasive Management of Respiratory Insufficiency in Neuromuscular Disease. *Pediatrics* 2009;123:236-8.  
<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2008-2952H>
2. American Thoracic Society Documents. Respiratory care of the patients with Duchenne muscular dystrophy – ATS Consensus Statement. *American Journal Respiratory Care Medicine* 2004;170:456-65.  
<http://dx.doi.org/10.1164/rccm.200307-885ST>
3. Fachardo GA, Carvalho SCP, Vitorino DFM. Tratamento hidroterápico na Distrofia Muscular de Duchenne: relato de um caso. *Rev Neurocienc* 2004;12:217-21.
4. Zanoteli E, Narumia LC. Doenças Neuromusculares: aspectos clínicos e abordagem fisioterapêutica. In: Moura EW, Silva PAC. *Fisioterapia – aspectos clínicos e práticos da reabilitação*. São Paulo: Editora Artes Médicas, 2005, p.221-45.
5. Relvas PCA, Nicolini RD, Sousa PPC. Fisioterapia Aquática Funcional em Pacientes com Doenças Neuromusculares. In: SILVA J B, BRANCO FR. *Fisioterapia Aquática Funcional*. São Paulo: Artes Médicas, 2011, p.275-304.
6. Caromano FA et al. Efeitos fisiológicos de sessão de hidroterapia em crianças portadoras de distrofia muscular de duchenne. *Rev fisioter Univ São Paulo*, 1998;5:49-55.
7. Lopes RB, Britto RR, Parreira VFI. Padrão respiratório durante o exercício – revisão literária. *RBCM* 2005;13:153-60.
8. Sociedade Brasileira De Pneumologia E Tisiologia. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. *J Pneumol* 2002;28:1-221.
9. Reed UC. Doenças neuromusculares. *J Pediatr* 2002;78:S89-S103.
10. Schoenhofer B, Koehler D, Polkey MI. Influence of immersion in water on muscle function and breathing pattern in patients with severe diaphragm weakness. *Chest* 2004;125:2069-74.  
<http://dx.doi.org/10.1378/chest.125.6.2069>
11. Choukroun ML, Kays C, Varène P. Effects of water temperature on pulmonary volumes in immersed human subjects. *Respir Physiol* 1989;75:255-66.  
[http://dx.doi.org/10.1016/0034-5687\(89\)90036-4](http://dx.doi.org/10.1016/0034-5687(89)90036-4)
12. Hong SK, Cerreteli P, Cruz JC, Rhan H. Mechanics of respiration during submersion in water. *J. Appl. Physiol* 1969;27:535-8.
13. Agostoni E, Gurtner G, Torri G, Rahn H. Respiratory mechanics during submersion and negative-pressure breathing. *J. Appl. Physiol* 1966;21:251-8.
14. Arborelius Jr M, Balldin UI, Lilja B, Lungren CEG. Regional lung function in man during immersion with the head above water. *Aerospace Med* 1972;43:701-7.
15. Adams MA, Chandler LS. Effects of physical therapy programo vital capacity of patients with muscular dystrophy. *Phys Ther* 1974;54:494-6.
16. Bach JR. Guia de exame e tratamento das doenças neuromusculares. São Paulo: Santos, 2004, 156p.
17. Hahn A, Bach JR, Delaubier A, Renardel-Irani A, Guillou C, Rideau Y. Clinical Implications of Maximal Respiratory Pressure Determinations for Individuals with Duchenne Muscular Dystrophy. *Arch Phys Med Rehabil*, January 1997;78:1-6.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993\(97\)90001-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90001-0)
18. Kang, SW et al. Respiratory muscle strength and cough capacity in patients with Duchenne muscular dystrophy. *Yonsei Med J* 2006;47:184-90.  
<http://dx.doi.org/10.3349/ymj.2006.47.2.184>
19. Bach JR, Paèz S, Winck JC, Leitão S, Abreu P. Expiratory flow maneuvers in patients with neuromuscular diseases. *Am J Med Rehabil* 2006;85:105-11.  
<http://dx.doi.org/10.1097/01.phm.0000197307.32537.40>
20. Paschoal IA, Villalba WO, Pereira MC. Insuficiência respiratória crônica nas doenças neuromusculares: diagnóstico e tratamento. *J Bras Pneumol* 2007;33:81-92.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132007000100016>
21. Bruschi C, Cervai I, Zoia MC, Fanfulla F, Fiorentini M, Cosali L, et al. Reference values of maximal inspiratory mouth pressure: a population based study. *Am Rev Respir Dis* 1992;146:790-3.