

## BENEFÍCIOS DO TREINAMENTO MUSCULAR RESPIRATÓRIO EM PACIENTES COM ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE

Marcos Adriano Salício\*  
Walkiria Shimoya-Bittencourt\*\*  
Viviane A. M. M. Salício\*\*\*  
Carla Caryna Garcia Borges\*\*\*\*  
Daiane Oliveira da Silva\*\*\*\*

### RESUMO

**Introdução:** A escoliose idiopática afeta a coluna vertebral provocando alterações na postura e na dinâmica da caixa torácica, podendo diminuir a expansibilidade pulmonar, Capacidade Vital e função diafragmática. **Objetivos:** Identificar alterações na função pulmonar e força muscular respiratória e analisar a influência do uso do treinamento muscular respiratório com uso do Threshold IMT®, em pacientes com escoliose idiopática. **Método:** Foi realizado um relato de caso, abordando 2 pacientes, sexo feminino, com idade de 13 e 14 anos com uso de colete de Milwaukee. Foram obtidos dados de peso, estatura e idade e analisado a curvatura escoliótica por meio do exame radiológico da coluna, pela medida do ângulo de Cobb na curva torácica. Para determinação da Capacidade Funcional Pulmonar, foram realizadas avaliações espirométricas abordando a CVF (Capacidade Vital Forçada), VEF<sub>1</sub> (Volume Expirado no 1º segundo) e Índice de Tiffeneau (VEF<sub>1</sub>/CVF), além da manovacuometria, prévio ao treinamento e na 13ª, 26ª, 39ª sessões de treinamento muscular com Threshold IMT®. **Resultados:** Observou-se que a espirometria de PI que apresentou curvatura de

- \* Mestre em Fisiologia do Exercício pela Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP, professor do curso de Fisioterapia do UNIVAG – Centro Universitário de Várzea Grande – MT, professor UNIC- Universidade de Cuiabá-MT.
- \*\* Mestre em Fisioterapia Respiratória pela Universidade do Triângulo – UNITRI, professora do curso de Fisioterapia UNIVAG - Centro Universitário de Várzea Grande – MT, doutoranda em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP.
- \*\*\* Especialista em Fisioterapia em pneumologia pela Universidade de São Paulo – UNIFESP, mestranda em saúde coletiva pela UFMT professora UNIC- Universidade de Cuiabá – MT.
- \*\*\*\* Discentes do curso de fisioterapia do UNIVAG – Centro Universitário de Várzea Grande – MT.

19° se manteve dentro da normalidade, porém com valores da manovacuometria inferiores aos valores previstos, obtendo melhora após a intervenção com Threshold IMT®. Com referência a P2, que apresentou curvatura de 34°, a espirometria demonstrou parâmetros restritivos, com achados na manovacuometria demonstrando valores próximos da normalidade prevista ao paciente, obtendo também melhora após intervenção com treinamento muscular respiratório.

**Conclusão:** O treinamento muscular respiratório com uso do Threshold IMT® melhora a força muscular das pacientes com escoliose idiopática.

### PALAVRAS-CHAVE

*escoliose, espirometria, fisioterapia*

## **BENEFITS OF THE TRAINING RESPIRATORY MUSCLE IN PATIENTS WITH IDIOPATHIC SCOLIOSIS OF THE ADOLESCENT**

### ABSTRACT

**Introduction:** Idiopathic Scoliosis affects the vertebral column provoking alterations in the position and the dynamics of the thoracic box, being able to diminish the pulmonary expansibility, vital capacity and diafragmatic function. **Objectives:** To Identify the alterations in the pulmonary function and respiratory muscle strength and to analyze the influence of the use of respiratory muscle training using Threshold IMT®, in patients with idiopathic scoliosis. **Method:** A case story was carried through, approaching 2 patients, feminine sex, with age of 13 and 14 years old, with use of vest of Milwaukee. They had been gotten given of weight, height and age and analyzed the escoliotic bending through the radiological examination of the column, for the measure of the angle of Cobb in the toracic curve. For determination of the pulmonary functional capacity, espirometrics evaluations had been carried through approaching CVF (Forced Pulmonary Capacity), VEF1 (Exhaled Volume in first second) and Index of Tiffeneau (VEF1/CVF), beyond the manovacuometry, before the training and in the 13ª, 26ª, 39ª sessions of training with Threshold IMT®. **Results:** It was observed that the espirometric of P1 if kept inside of normality, however with values of the manovacuometry, inferiors to the forese-

*en values, getting improves the intervention with Threshold IMT® after. Regarding to P2 the espirometric demonstrated restrictive parameters, with findings in the manovacuometry demonstrating values next to foreseen normality to the patient, also getting improves intervention with respiratory muscular training after. **Conclusion:** Respiratory muscular training with use of Treshold IMT® improves the muscular force of the patients with escoliosis.*

### **KEYWORDS**

*scoliosis, espirometrics, physiotherapy*

## **Introdução**

A escoliose é uma deformidade que afeta a coluna vertebral nos três planos, sendo um desvio lateral no plano frontal, a rotação vertebral no plano axial e a lordose no plano sagital, que produz uma topografia irregular na superfície do tronco, gerando transtornos principalmente em crianças e adolescentes por seu caráter evolutivo. Sua etiologia é geralmente considerada multifatorial, incluindo os fatores genéticos<sup>1,2</sup>.

Por ser uma deformidade que pode comprometer as estrutura torácica, há necessidade de avaliar as mudanças na função pulmonar, levando em consideração não só a curvatura, mas também a deformidade rotacional e da caixa torácica<sup>3</sup>.

A gravidade das disfunções respiratórias resultantes das alterações no tórax causada pela escoliose depende do grau da curvatura, região e número de vértebras envolvidas. Desta forma, quanto maior a curvatura, maior será o comprometimento da mecânica da caixa torácica, da função do diafragma e maior diminuição da função respiratória<sup>4,5</sup>. O movimento da caixa torácica fica prejudicado por causa da angulação das costelas e articulações costovertebrais que estão alteradas, aumentando a resistência à mobilização levando os músculos respiratórios a trabalharem em desvantagem mecânica<sup>4</sup>. Com a progressão da doença, os pacientes podem desenvolver problemas pulmonares, devido à compressão pulmonar, a diminuição dos volumes e ca-

pacidades pulmonares e alterações no gradil torácico, podendo esta compressão pulmonar crônica levar a afecções pulmonares de repetição, e em alguns casos mais graves, insuficiência ventilatória<sup>6</sup>. A ventilação pulmonar está diretamente relacionada com a curvatura da coluna, e as relações entre a caixa torácica e o pulmão, e a musculatura respiratória devem estar atuando harmoniosamente e coordenadamente, sendo que qualquer alteração na postura, pode gerar alterações da complacência pulmonar e função muscular respiratória.<sup>7</sup>

As alterações do gradil torácico irão levar à diminuição da pressão inspiratória máxima (PImáx), porém a pressão expiratória máxima (PEmáx) pode se manter dentro dos parâmetros de normalidade. Além disso, existem evidências de diminuição dos componentes da Capacidade Vital (CV) onde os fluxos máximos são reduzidos na mesma proporção tanto na Capacidade Inspiratória (CI) quanto no Volume de Reserva Expiratório (VRE). Entretanto, o Volume Residual (VR) pode estar normal ou moderadamente diminuído. A proporção VEF1 para CVF, geralmente é preservada, indicando ausência de componente obstrutivo<sup>4</sup>.

Assim, seria de grande importância a avaliação da função pulmonar não somente em escolioses graves, mas também nas moderadas e leves para saber se a curvatura existente já está provocando alterações respiratórias. Estas alterações podem ser avaliadas através da espirometria e manovacuômetria.

A fraqueza muscular respiratória pode acarretar redução da capacidade de expansão da caixa torácica e de insuflação pulmonar, favorecendo uma alteração pulmonar restritiva. O treinamento muscular respiratório visa aumento de força ou resistência das fibras musculares, sendo que o aumento da força muscular ocorre pelo recrutamento das fibras musculares do tipo IIb, e a resistência muscular pelo recrutamento essencial das fibras do tipo I. Atividades musculares que utilizam cargas elevadas, com baixa repetição, objetivam aumento de força muscular, e atividades com elevado número de repetições com cargas menos intensas objetivam a resistência muscular. A melhora da resistência muscu-

lar ocorre devido ao aumento da capacidade oxidativa pelo aumento do número de enzimas oxidativas mitocondriais, aumento dos substratos de lipídeos e glicogênio, além do aumento do número de capilares sanguíneos ao músculo treinado.<sup>8</sup>

Os métodos de treinamento muscular respiratório podem ser realizados com treinamento resistido para ganho de força e a hiperpnéia normocápnica com objetivo de resistência muscular. Para ganho de força muscular, pode ser utilizado o treinamento muscular respiratório com resistência pressórica alinear, no qual a carga pressórica depende do fluxo de ar gerado pelo paciente (fluxo dependente). Contudo, o método mais seguro utilizado para o treinamento de força muscular respiratória é o de carga linear pressórica (fluxo não dependente), no qual a carga não varia com o fluxo gerado pelo paciente, mantendo-se constante durante toda a manobra. O *threshold* (carga linear) tem sido o aparelho mais utilizado para treinamento de músculos inspiratórios e expiratórios de pacientes em reabilitação.<sup>8</sup>

Em diversas doenças na qual a fraqueza muscular é fator determinante para morbidade e mortalidade de pacientes, o treinamento dos músculos respiratórios tem se mostrado útil no retardo e diminuição do desenvolvimento de complicações gerados pela redução da força dos músculos respiratórios.<sup>8</sup>

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi identificar alterações na função pulmonar e força muscular respiratória e analisar a influência do uso do treinamento muscular respiratório com uso do Threshold IMT<sup>®</sup>, em pacientes com escoliose idiopática.

---

## Método

---

O relato de caso abordou dois pacientes do sexo feminino, com idade de 14 anos fazendo uso regular de colete de Milwaukee apresentando escoliose Tóraco-lombar.

Para o início da pesquisa, foi realizado esclarecimento prévio das pacientes e responsáveis com relação ao estudo e protocolo de avaliação, sendo assinado um termo de consentimento livre esclarecido. Após o consentimento, com intuito de

preservar a identidade das pacientes, as mesmas foram identificadas por números. Em seguida, foi preenchida uma ficha de coleta de dados contendo informações referentes ao peso, à estatura e foi analisado o ângulo de Cobb no exame radiológico. A paciente classificada como 1 (P1) apresentou curvatura torácica de 19°, peso de 43,9kg, e estatura de 161cm, e a paciente 2 (P2) um grau de curvatura torácica de 34°, peso de 46,0 kg e estatura de 160cm.

Para a determinação da capacidade funcional pulmonar, foram realizadas avaliações espirométricas utilizando para obtenção dos dados o aparelho espirômetro portátil (*One Flow FVC*, marca *Clement Clark*. 95), que fornece medidas de capacidade vital força (CVF), *Peak Flow* (PFE), Volume Expiratório forçado no 1° segundo ( $VEF_1$ ), índice de Tiffeneau e Fluxo Expiratório Forçado de 25 a 75% da CFV ( $FEF_{25-75}$ ). Durante a realização das medidas as pacientes permaneceram sentadas, utilizando um clipe nasal e foram orientadas a inspirar o máximo possível até a Capacidade Pulmonar Total, soprar sem hesitação para adoção das medidas. Desta forma, foram realizados 3 testes obtendo-se a melhor medida das três curvas, com critérios dentro da aceitabilidade da espirometria, utilizando como referência o II Consenso de espirometria da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (2002)<sup>9</sup>. Foram registrados, para cada paciente, os dados de Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo ( $VEF_1$ ), e o índice de Tiffeneau ( $VEF_1 / (CVF)$ ).

Após a análise espirométrica, foi obtida também a força muscular respiratória com uso de manovacuômetro, da marca Clinical Médica com medidas de valores até 120 cmH<sub>2</sub>O. As medidas foram realizadas com as pacientes sentadas usando um clipe nasal. Para avaliar a pressão inspiratória máxima (PI<sub>max</sub>), as pacientes foram orientadas a realizar uma inspiração máxima contra a válvula ocluída, a partir do Volume Residual, e para medir a pressão expiratória máxima (PE<sub>max</sub>) as paciente realizaram uma expiração máxima a partir da Capacidade Pulmonar Total. Para excluir a pressão de boca, foi perfurado um orifício de

1mm de diâmetro no bocal conectado ao aparelho. Foi repetido o processo de medir a P<sub>Imax</sub> e a P<sub>E<sub>max</sub></sub> de 5 vezes com intervalo de 30 segundos entre as medições<sup>9</sup>. Os maiores valores de P<sub>Imax</sub> e de P<sub>E<sub>max</sub></sub> expressos em cmH<sub>2</sub>O, foram registrados excluindo-se o último valor que não poderia ser o maior. Os valores obtidos por cada paciente foi comparada aos seus respectivos valores previstos pela fórmula **P<sub>Imax</sub> : 104 - (0,51x idade), e P<sub>E<sub>max</sub></sub> : 170 - (0,53 x idade)**, proposta por Black & Hyatt.<sup>10</sup>

A intervenção fisioterápica foi realizada por meio de treinamento da musculatura respiratória com utilização do Threshold IMT<sup>®</sup> por ser um aparelho que utiliza sistema de mola em que o indivíduo para inspirar deve exercer um nível de pressão suficiente para vencer um limiar de carga pré-estabelecido. A carga é controlada ajustando a mola e a vantagem é que a pressão inspiratória é mantida constante e independente do fluxo inspiratório<sup>11,12</sup>. Para realização da técnica, as pacientes realizaram o procedimento sentadas, com uma carga pressórica de 30% da P<sub>Imax</sub> obtida da última avaliação. O treinamento foi realizado de forma intermitente durante 10 minutos, totalizando 5 séries de 10 repetições com intervalo de 1 minuto entre as séries. As pacientes realizaram treinamento 4 vezes por semana, durante 10 semanas, totalizando 39 atendimentos. Antes de iniciar a intervenção e na 13<sup>a</sup>, 26<sup>a</sup>, 39<sup>a</sup> sessões foram registradas medidas dos valores de manovacuometria e espirometria.

Este estudo foi realizado após aprovação do comitê de Ética da UNIC-Universidade de Cuiabá.

---

## Resultados

---

A tabela 1 demonstra que os parâmetros espirométricos avaliados de P1 com curvatura torácica de 19°, permaneceram dentro dos valores de normalidade previstos para a paciente durante toda a execução do estudo, evidenciando aumento de 8,3% do PEF e 12,1% do FEF 25-75% respectivamente quando comparado a primeira medida, com uso do Threshold IMT<sup>®</sup>.

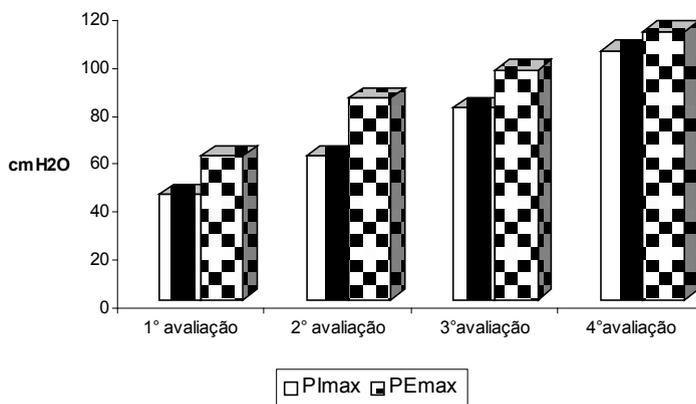
**Tabela 1** – Valores das medidas espirométricas e das pressões respiratórias da P1.

Medidas	PEF (L/min)		VEF <sub>1</sub>		CVF (L)		Tiffeneau (%)		FEF <sub>25-75</sub> (L/min)		PImax (cmH <sub>2</sub> O)		PEmax (cmH <sub>2</sub> O)	
	%	(L)	%	(L)	%	(L)	%	(%)	%	(L/min)	%	(cmH <sub>2</sub> O)	%	(cmH <sub>2</sub> O)
<b>Valor</b>														
<b>Previsto</b>	361		2,8		3,2		88		195		97		163	
<b>1ª avaliação</b>	360	100	2,9	104	3,2	101	91	103	205	105	44	45	60	37
<b>2ª avaliação</b>	410	114	2,8	99	2,8	87	100	114	250	128	60	62	84	52
<b>3ª avaliação</b>	380	105	2,9	102	3,0	95	95	108	245	126	80	83	96	59
<b>4ª avaliação</b>	390	108	2,9	104	3,0	95	97	110	230	118	104	107	112	69

**Legenda:** PEF = Pico de fluxo expiratório; VEF<sub>1</sub> = Volume expiratório forçado no 1º segundo; FEF<sub>25-75</sub> = Fluxo expiratório forçado entre 25 a 75% da capacidade vital forçada; PImax = pressão inspiratória máxima; PEmax = pressão expiratória máxima; % = Porcentagem do previsto.

Ao observar a força muscular inspiratória e expiratória, verificou-se que os valores obtidos na primeira avaliação estavam muito abaixo da normalidade, e que após o treinamento com a utilização do Threshold IMT<sup>®</sup>, houve uma melhora em ambos os valores, acrescentando na última medida 136,3% em relação à primeira medida da PImax, e de 86,6% em relação ao PEmax.

A figura 1 demonstra que há um aumento progressivo na força muscular respiratória de P1 tanto da PImax quanto da PEmax ao longo dos dias de treinamento, diferente dos achados da P2, podendo sugerir que a curvatura escoliótica de maior grau como encontrado em P2, influencia negativamente no ganho de força.



**Figura 1.** Valores de pressões respiratórias máximas de P1

A tabela 2 pode ser verificado os valores obtidos pela P2, com curvatura torácica de 34°. Observam-se nos valores do PEF e VEF<sub>1</sub>, que os mesmos sempre se mantiveram abaixo dos valores de normalidade, mas com a obtenção de melhora de 17,3% e 10% respectivamente, quando comparado a última medida com a primeira. Na análise da CVF, observou-se que a mesma apresentou-se abaixo do valor predito, caracterizando restrição leve, não havendo alteração dos valores com o treinamento muscular. A medida do índice de Tiffeneau se manteve dentro dos parâmetros de normalidade.

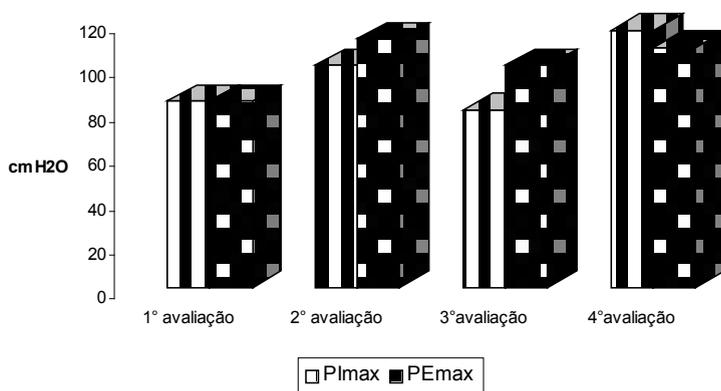
**Tabela 2.** Valores das medidas espirométricas e das pressões respiratórias da P2.

Medidas	PEF (L/min)		VEF <sub>1</sub>		CVF (L)		Tiffeneau (%)		FEF <sub>25-75</sub> (L/min)		PImax (cmH <sub>2</sub> O)		PEmax (cmH <sub>2</sub> O)		
	%	(L)	%	(L)	%	(L)	%	(L)	%	(L)	%	(cmH <sub>2</sub> O)	(cmH <sub>2</sub> O)	%	(cmH <sub>2</sub> O)
<b>Valor Previsto</b>	367		2,8		3,2		89		200		97		163		
<b>1ª avaliação</b>	260	71	2,0	71	2,3	72	87	98	135	68	84	87	84	52	
<b>2ª avaliação</b>	240	65	1,9	67	2,0	63	95	107	205	103	100	103	112	69	
<b>3ª avaliação</b>	305	83	2,1	72	2,2	69	93	104	155	78	80	83	100	62	
<b>4ª avaliação</b>	305	83	2,2	76	2,4	74	91	102	155	78	116	120	108	66	

Legenda: PEF = Pico de fluxo expiratório; VEF<sub>1</sub> = Volume expiratório forçado no 1º segundo; FEF<sub>25-75</sub> = Fluxo expiratório forçado entre 25 a 75% da capacidade vital forçada; PImax = pressão inspiratória máxima; PEmax = pressão expiratória máxima; % = Pcentagem do previsto.

Quando observado as avaliações da força muscular respiratória fica demonstrado que houve uma melhora após intervenção com o Threshold IMT<sup>®</sup>. Observou-se que a PImax e a PEmax apresentaram aumento após o treinamento, com 38% e 28,5% respectivamente, porém ainda se mantiveram em valores abaixo do previsto para paciente. O PFE e o FEF<sub>25-75%</sub> aumentaram 17,3% e 14,8% respectivamente demonstrando melhora no fluxo expiratório.

Na figura 2, observa-se um aumento da PImax e PEmax da P2 ao final do treinamento em relação ao início, sendo o maior aumento obtido na PImax, divergindo dos achados encontrados na figura 1, o qual demonstra maior aumento na PEmax.



**Figura 2** – Valores de pressões respiratórias máximas da P2.

## Discussão

A escoliose provoca não só alterações posturais tridimensionais evidenciadas em sua biomecânica, como também interfere na dinâmica da caixa torácica, onde qualquer desvio na forma da coluna pode gerar alterações funcionais prejudiciais, como a diminuição da expansibilidade pulmonar e da Capacidade Vital, sendo associada com doença restritiva pulmonar com aumento de riscos para cirurgia<sup>13,14</sup>

Na biomecânica da escoliose, segundo Kapandji<sup>15</sup>, a rotação de uma vértebra estará acompanhada por uma deformação do par de costelas associada a essa vértebra, levando as seguintes deformações: aumento da concavidade costal do lado da rotação, diminuição da concavidade costal do lado oposto, aumento da concavidade condro-costal do lado oposto ao da rotação e diminuição da concavidade do lado da rotação. Contudo não está clara a problemática causada no tórax e diafragma, apesar das influências na mecânica dos movimentos. O que se sabe é que enquanto existir crescimento haverá progressão de curvatura e severidade nas alterações estruturais do segmento vertebral, a ponto de determinarem alterações não só estéticas e funcionais, mas especialmente cardio-respiratórias<sup>16</sup>.

Em sua abrangente revisão, Badaró, Ribeiro e Trevisan<sup>4</sup> correlacionam as alterações pulmonares com a desvantagem mecânica dos músculos respiratórios e a baixa complacência torácica, caracterizando-se assim a escoliose como um distúrbio ventilatório restritivo. A gravidade das disfunções pulmonares não deve estar relacionada apenas ao ângulo da curva, devendo ser considerada a possibilidade de maior número de vértebras envolvidas, a localização da curva e a diminuição da cifose torácica. No entanto, não existe uma relação entre a incapacidade cardiorrespiratória e a direção da curva, o número de vértebras envolvidas ou a posição do ápice da curva<sup>4</sup>. O paciente com escoliose avançada pode apresentar um padrão respiratório característico, com tendência a fazer respirações torácicas com escassa utilização do padrão diafragmático, sendo rápida e superficial, movimentando pequena quantidade de ar<sup>4</sup>. Estudos realizados por Chum *et al*<sup>17</sup> mostrou que existe uma relação direta com o aumento do grau da rotação vertebral apical e diminuição do volume pulmonar no lado côncavo.

Numa respiração normal, durante a inspiração ocorre um aumento no diâmetro transversal pela elevação das costelas, um aumento no diâmetro sagital pela elevação das costelas e parte anterior do esterno e um aumento no diâmetro vertical pela contração do diafragma<sup>3</sup>. Portanto, uma vez alterado esta biomecânica, ocorrerá mudanças e dificuldades no padrão respiratório. Um estudo feito por Chu *et al*<sup>18</sup>, que avaliou meninas com escoliose idiopática, o movimento do diafragma em 3 eixos e as dimensões da parede do tórax, medidas através de ressonância magnética, constataram que não há diferença significativa na parede do tórax e nos movimentos diafragmáticos. Entretanto, observaram que existe uma redução geral na capacidade pulmonar, tanto do lado côncavo quanto convexo da escoliose, devido à deformidade torácica associada à diminuição da excursão diafragmática bilateral e à redução dos diâmetros da parede torácica<sup>18</sup>.

Além disso, estudos de Kotani *et al*<sup>19</sup> mostraram que perda de volume pulmonar associado a músculos respiratórios prejudicados podem explicar os desequilíbrios causados na

biomecânica da caixa torácica na escoliose.

Este estudo demonstrou diminuição da função pulmonar na P2 corroborando com outros estudos que demonstraram que nas escolioses moderadas, as alterações na função pulmonar ocorrem, sendo as maiores disfunções pulmonares relacionadas com aumento no grau da curvatura<sup>18</sup>.

Os dados obtidos do PFE demonstraram que os valores da P2 nas primeiras avaliações estiveram abaixo do valor de normalidade de 80%, previsto para adolescente descrito por Rodrigues *et al*<sup>20</sup>. Os valores reduzidos de PFE podem ser encontrados também em doenças restritivas, pela redução do volume pulmonar, e menor vantagem dos músculos expiratórios, decorrente da queda do volume pulmonar<sup>19</sup>. Esses dados foram observados em ambas pacientes, entretanto, verificou-se que a maior força expiratória foi obtida pela paciente com menor PFE.

Quando observado os valores da CVF, verificou-se uma diminuição abaixo dos valores de normalidade na paciente P2, demonstrando parâmetros de doença restritiva.

Segundo Barreto<sup>21</sup>, nas escolioses, o padrão típico dos volumes pulmonares é a redução na CPT, CV e CRF, com VR normal ou pouco reduzido, sendo a explicação mecânica mais simples para a redução do volume pulmonar como sendo a rigidez aumentada da parede torácica. Porém em indivíduos jovens, a restrição da expansão é devida à redução da eficiência dos músculos inspiratórios, resultantes da distorção de seus pontos normais de fixação no esqueleto. A menor eficiência da função muscular pode ser tão ou mais importante que o grau de curvatura na determinação da CV<sup>21</sup>.

Ferreira *et al* em um relato de caso de indivíduo de 33 anos, demonstra que há repercussão da prova de função pulmonar em paciente com escoliose de 52°, com diminuição dos parâmetros de CVF, VEF<sub>1</sub>, VEF<sub>1</sub>/CVF, e PEF, mostrando comprometimento das funções pulmonares em indivíduos com escoliose avançada.<sup>7</sup>

Ao analisar a força muscular diafragmática, este estudo evidenciou uma diminuição tanto na inspiração quanto na expiração em ambas pacientes, com destaque para a P1, que apre-

sentava menor grau de curvatura (19°) não condizendo com os achados dos estudos de Chu *et al*<sup>18</sup> e Takahashi *et al*<sup>3</sup>, apesar desses estudos estarem direcionado somente a excursão do diafragma durante a inspiração e expiração. A diminuição de força muscular diafragmática pode ser justificada pela diferença de grau de curvatura em que um maior grau associado às alterações da biomecânica leva a um maior esforço respiratório, proporcionando uma alteração do trabalho muscular. A intervenção com o Threshold IMT<sup>®</sup> possibilitou melhora da força do diafragma, podendo justificar a alteração da função pulmonar.

Analisando biomecanicamente pode-se entender que pelo fato do diafragma ser um músculo ímpar, situado na fronteira entre a zona torácica e a cavidade abdominal, ancorando-se nas costelas, vértebras lombares e esterno, estando disposto de modo transversal, qualquer alteração tridimensional causada pela escoliose, proporcionaria a este músculo alterações, tanto na sua força quanto na função. Como observado neste estudo, a paciente com grau de curvatura menor (P1), possuía maior fraqueza, quando comparada a paciente com maior curvatura, podendo ser sugerido que o grau de curvatura causa alteração na força muscular, devido a sobrecarga de trabalho.

O movimento do hemi-diafragma apresenta-se reduzido no lado côncavo, e que sua forma anormal e assimétrica torna-se responsável pela imprópria expansão da caixa torácica baixa.<sup>17</sup> Desta forma, poderia se pensar que quanto maior for o grau de curvatura, maior será a necessidade do indivíduo gerar uma força para mobilizar a caixa torácica e atingir volumes pulmonares ideais, justificando desse modo, o fato da paciente com grau de curvatura maior possuir mais força do músculo diafragma. Entretanto, devemos lembrar que este estudo foi realizado apenas com dois pacientes, e o parâmetro força pode estar também implicada, como prática de exercício físico ou até mesmo, modo de vida mais ativa.

Moreira (2007) com utilização de alongamentos cervicais e peitorais, exercícios respiratórios, fortalecimento da musculatura inspiratória com uso de Threshold IMT<sup>®</sup> exercícios de flu-

xo inspiratório controlado associado à espirometria de incentivo e treino aeróbico associado á pressão positiva contínua nas vias aéreas demonstrou melhora importante na P<sub>Imax</sub> e P<sub>E<sub>max</sub></sub> de 81,82% e 42,82% respectivamente, indicando que o treinamento melhora a força muscular respiratória.

Os achados deste estudo demonstram que o treinamento com Threshold IMT<sup>®</sup> proporciona melhora da força muscular respiratória, corroborando com os achados Moreira (2007) que apresentou melhora na força muscular inspiratória e expiratória e melhora no *score* de 6 de 8 domínios na avaliação da qualidade de vida medida pelo questionário SF36<sup>22</sup>. Além disso, este estudo demonstrou um aumento no fluxo expiratório em ambos os pacientes analisados.

### **Conclusão**

O presente estudo demonstrou que o treinamento muscular respiratório com uso do Threshold IMT<sup>®</sup> mostrou-se eficaz em pacientes com escoliose idiopática, favorecendo também aumento nos valores espirométricos, como o VEF<sub>1</sub>, PEF e FEF<sub>25-75%</sub>. Além disso, pode-se verificar que houve uma relação positiva entre a curvatura de maior amplitude com o grau de força muscular na análise prévia com manovacuometria, necessitando realizar um estudo mais específico para avaliar se a alteração biomecânica causada pela escoliose prejudica a força muscular inspiratória, ou favorece o aumento da força devido uma exigência maior do músculo para atingir os volumes pulmonares adequados. O número de participantes neste estudo foi reduzido, fazendo-se necessárias mais pesquisas envolvendo um maior número de sujeitos com escoliose idiopática.

### **Referências Bibliográficas**

1. FERREIRA DM; DEFINO HL. Avaliação quantitativa da escoliose idiopática: concordância das mensurações da gibosidade e correlações com

medidas radiológicas. *Revista Brasileira de fisioterapia*. 2001;5 (pt 2):73-86.

2. SKAGGS DL; BASSETT GS. Adolescent idiopathic scoliosis: an update. *American Family Physician*.1995; 53(7):2327-2334.

3. TAKAHASHI S; SUZUKI N; ASAZUMA T; KONO K; ONO T; TOYAMA Y. Factors of thoracic cage deformity that affect pulmonary function in adolescent idiopathic thoracic scoliosis. *Spine*. 2007; 32(1):106-112.

4. BADARÓ AF; RIBEIRO EC; TREVISAN ME; MAGALHÃES SG; AREND C. Efeitos da escoliose na Função pulmonar. *Fisioterapia em Movimento*. 1995; VII(1).

5. NEWTON PO; FARO FD; GOLLOGLY S; BETZ RR; LENKE LG; LOWE TG. Results of preoperative pulmonary function testing of adolescents with idiopathic scoliosis. *The journal of bone & joint surgery*. 2005; 87(9):1937-194.

6. SLUTSKY LC. *Fisioterapia respiratória nas enfermidades neuromusculares*. Rio de Janeiro: Revinter;1997.

7. FERREIRA F; PUGIN TO; GUIMARAES EA; CARDOSO GM; MAKHOUL CMB; FILHO ADD; GARCIA LA; MENDONÇA MO; et al. Função pulmonar em pacientes com escoliose. *ConScientiae Saúde*, 2009;8(1):123-127.

8. NODA JL; SONODA LT; SANGEAN M; FÁVERO FM; FONTES SV; OLIVEIRA ASB. O efeito do treinamento muscular respiratório na miastenia grave: revisão de literatura.*RevNeurocienc* 2009;17(1):37-45.

9. SOUZA RB. Pressões respiratorias estaticas maximas. *Jornal de Pneumologia - diretrizes para testes de função pulmonar*. 2002; 28(sup13):155-162.

10. BLACK LF; HYATT R. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *American Review of Respiratory Disease*. 1969; 99.

11. LARSON JL; KIM MJ. Ineffective breathing pattern related to respiratory muscle fatigue. *Nurs Clin North Am*, Philadelphia, v. 22, n. 1, p. 207-223, Mar. 1987.

12. JARDIM JR, RATTO OR, CORSO SD. Função pulmonar. *In: TARANTINO, A.B. Doenças pulmonares*. 5.ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 113-123.
13. FERNANDES E; MOCHIZUKI L; DUARTE M; BOJADSEN TWB; AMADIO AC. Estudo biomecânico sobre os métodos de avaliação postural. *Revista brasileira de postura e movimento*. 1998; 2(1): 5-14.
14. YUAN N; FRAIRE J A; MARGETIS M M; SKAGGS D L; TOLO VT, KEENS THOMAS G. The Effect of Scoliosis Surgery on Lung Function in the immediate Postoperativ Period. *Spine*.2005;19: 2182-2185
15. KAPANDJI IA. *Fisiologia articular*. 4° ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
16. PERTILE A; OLIVEIRA LM; SOMAZZ MC; TEODORI RS. Estudo da Incidência de alterações da coluna em indivíduos com idade entre 8 e 15 anos na região de piracicaba. *Saúde em revista*. 1999; 1(2): 97-101.
17. CHUM EM; SUH SW; MODI HN; KANG EY; HONG SJ; SONG H. The change in ratio of convex and concave lung volume in adolescent idiopathic scoliosis: a 3D CT scan based cross sectional study of effect of severity of curve on convex and concave lung volumes in 99 cases. *Spine*. 2008; 17: 224-229.
18. CHU WCW; LI AM; CHAN DF; LAM WWM; CHENG JCY; LAM T. et al. Dynamic magnetic resonance imaging in assessing lung volumes, chest wall, and diaphragm motions in adolescent scoliosis versus normal controls. *Spine*. 2006; 31(19): 2243-2249.
19. KOTANI T; MINAMI S; TAKAHASHI K; ISOBE K; NAKATA Y; TAKASO M, et al. An analysis of chest wall and diaphragm motions in patients with scoliosis using dynamic breathing MRI. *Spine*. 2004; 29(3): 298-302.
20. RODRIGUES JR; CARDIERI JMA; BUSSAMRA MAHCF; NAKAIE CMA; ALMEIDA MB; FILHO LVFS, et al. Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes. *Jornal de Pneumologia – diretrizes para testes de função pulmonar*. 2002; 28(supl3): 207-221.

21. BARRETO SSM, Volumes Pulmonares. *Jornal de Pneumologia* - diretrizes para testes de função pulmonar. 2002; 28(supl3): 83-94.
22. MOREIRA BS; MONTEIRO BS; FONSECA APCD; VILELA AF; RIBEIRO CTL. Fisioterapia respiratória na cifoescoliose: relato de caso. *Fisioterapia e Pesquisa* 2007;14(3):69-75.