

EFEITOS DO AIR STACKING, VÁLVULA PEEP E TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO NA FUNÇÃO PULMONAR DE UM INDIVÍDUO COM DISTROFIA MUSCULAR DE DUCHENNE

ANDRADE, L. G.¹
SILVA, G. M.²

RESUMO

A Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) é caracterizada por uma patologia progressiva com manifestações como fraqueza muscular, hipotonia generalizada e perdas motoras irreversíveis. Cerca 50% a 85% dos pacientes tendem a desenvolver complicações respiratórias, que se intensificam após o uso da cadeira de rodas e são relacionadas a uma alteração restritiva, causada por fraqueza dos músculos diafragma, intercostais e acessórios, que levam cerca de 55% a 90% dos pacientes a óbito entre 16 e 19 anos. O treinamento muscular respiratório (TMR), pode prolongar a função muscular e prorrogar o quadro de insuficiência respiratória. Este estudo teve como objetivo analisar a eficácia do treinamento muscular respiratório em um paciente com DMD. Tratou-se de um estudo de caso, duplo cego, com um único participante, submetido à avaliação da função pulmonar através de 2 métodos: Espirometria e Manovacuometria, e posteriormente ao TMR composto por manobras de Air Stacking associado a Válvula de Pressão Expiratória Final Positiva (PEEP), e treinamento muscular inspiratório com o Threshold@IMT. Após aplicação do protocolo de tratamento, observou-se incremento significativo de 18% no Pico de Fluxo expiratório, 36,5% na Pressão inspiratória máxima e 12,8% na Pressão expiratória máxima. Conclui-se que as técnicas aplicadas são eficazes, sendo que o incremento observado é crucial para manutenção da função ventilatória e prevenção de complicações como o acúmulo de secreção e insuficiência respiratória.

Palavras-chave: Distrofia Muscular de Duchenne. Fisioterapia Respiratória. Testes de Função Respiratória. Reabilitação.

ABSTRACT

Duchenne Muscular Dystrophy (DMD) is characterized by a progressive pathology with manifestations such as muscle weakness, generalized hypotonia and irreversible motor losses. Around 50% to 85% of patients tend to develop respiratory complications, which intensify after using a wheelchair and are related to a restrictive change, caused by weakness of the diaphragm, intercostal and accessory muscles, leading around 55% of 90% of patients to die between 16 and 19 years old. Respiratory muscle training (RMT) can prolong muscle function and prolong respiratory failure. This study aimed to analyze the effectiveness of respiratory muscle training in a patient

¹Lucas Gomes de Andrade. Graduando do Curso de Fisioterapia da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana – Pr. 2024. Contato: lucasgomandrade@gmail.com

²Gilmar Manuel da Silva. Fisioterapeuta. Especialista em Atenção Básica/Saúde da Família. Docente do curso de Fisioterapia da Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana – Pr. 2024. Contato: gilmar.silva@fap.com.br

with DMD. This was a double-blind case study, with a single participant, who underwent pulmonary function assessment using 2 methods: Spirometry and Manovacuometry, and subsequently TMR consisting of Air Stacking maneuvers associated with a positive end-expiratory pressure valve (PEEP), and inspiratory muscle training with Threshold@IMT. After applying the treatment protocol, a significant increase of 18% in Peak Expiratory Flow, 36.5% in Maximum Inspiratory Pressure and 12.8% in Maximum Expiratory Pressure was observed. It is concluded that the techniques applied in this study are effective, and the observed increase is crucial for maintaining ventilatory function and preventing complications such as secretion accumulation and respiratory failure.

Keywords: Duchenne Muscular Dystrophy. Respiratory Physiotherapy. Respiratory Function Tests. Rehabilitation.

INTRODUÇÃO

A Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) é a segunda doença geneticamente hereditária mais comum, sendo um distúrbio ligado ao cromossomo X, que afeta crianças principalmente do sexo masculino (Fonseca; Machado e Ferraz, 2007). Sua incidência é de 1:3500 nascidos vivos, e afeta cerca de 700 pessoas a cada ano (Brasil, 2023).

A DMD é caracterizada por uma patologia progressiva com manifestações como fraqueza muscular, hipotonia generalizada podendo evoluir para perdas motoras irreversíveis (Santos *et al.*, 2018). Tem início na infância, e geralmente afeta a musculatura da cintura pélvica e escapular, levando ao desenvolvimento de pseudo-hipertrofia dos músculos, seguida de atrofia, hiperlordose lombar e andar gingado peculiar, mantendo-se as pernas abduzidas e com deformidades (Frezza; Silva; Fagundes, 2004). A evolução da doença gera distúrbios na funcionalidade do organismo que são evidentes e constituem desafios diários ao indivíduo, diminuindo sua longevidade, que se estende na maioria dos casos até 20 anos (Pria *et al.*, 2021).

Grande parte dos óbitos em portadores de DMD acontece por comprometimento cardíaco (10% a 20% dos casos). Porém, 50% a 85% tendem a desenvolver complicações respiratórias, que são relacionadas a uma alteração restritiva, causada por fraqueza dos músculos diafragma, intercostais e acessórios, que levam cerca de 55% a 90% dos pacientes a óbito entre 16 e 19 anos. Esse declínio progressivo da função pulmonar se inicia principalmente após o uso da cadeira de

rodas, podendo causar diversas disfunções, como tosse ineficaz, acúmulo de secreções e respiração superficial - hipoventilação (Fonseca; Machado; Ferraz, 2007). Decorrente disso, o paciente vem a desenvolver baixa complacência pulmonar, hipoxemia, hipercapnia, pneumonias por broncoaspiração, entre outras complicações.

Quando o portador perde a capacidade de deambulação também se desenvolve escoliose, já que há perda de força muscular principalmente no tronco, comprometendo cada vez mais a função respiratória e a complacência pulmonar (Frezza; Silva; Fagundes, 2004).

Devido as inúmeras complicações e riscos que o portador de DMD é predisposto em decorrência das complicações respiratórias, é fundamental que haja um treinamento da musculatura respiratória (TMR) eficaz, seguro e que aumente a longevidade. A fisioterapia tem atuado de forma satisfatória em pacientes com DMD, buscando prolongar ao máximo a função muscular e prorrogar o quadro de insuficiência respiratória (Nascimento *et al.*, 2014). A utilização de técnicas para ventilação adequada e para higiene brônquica são empregadas como tratamento para pacientes com DMD.

A manobra de *Air Stacking* pode evitar contraturas da parede torácica e a restrição pulmonar, além de promover melhor expansão, pico de fluxo da tosse e a capacidade de insuflação máxima (Lima *et al.*, 2014). Essa técnica busca atingir a capacidade máxima de insuflação pulmonar através do empilhamento de ar realizado pelo ressuscitador manual (Ambu®) e pode ser aprimorado através da utilização de recursos acessórios como a válvula de pressão expiratória final positiva (PEEP). O uso da válvula PEEP acoplada ao Ambu® tem por objetivo melhorar a oxigenação, além de poder aumentar o recrutamento alveolar que pode apresentar resposta positiva na força inspiratória e expiratória.

Outro método seguro de treinamento da musculatura inspiratória é o Threshold®IMT, que oferece uma resistência linear pressórica regulada no próprio dispositivo, durante a fase inspiratória. Seu sistema é controlado por uma válvula unidirecional que se fecha durante a inspiração gerando a resistência e fortalecimento dessa musculatura e que se abre durante a expiração, diferente do uso da válvula PEEP que aplica sua resistência na fase expiratória (Silva *et al.*, 2020).

Sendo assim, diante de toda a repercussão da doença na capacidade pulmonar dos indivíduos e a necessidade de abordagens eficazes no manejo desta condição, o

objetivo desse estudo foi analisar a eficácia do treinamento muscular respiratório em um paciente com DMD.

METODOLOGIA

Foi realizado um ensaio clínico, analítico, experimental e exploratório, duplo-cego, com abordagem quantitativa, caracterizado como estudo de caso. O participante da pesquisa foi um paciente, selecionado por conveniência, a partir dos usuários que acessam uma Clínica Escola de uma Instituição de Ensino Superior no norte do Paraná, convidado através dos responsáveis legais a participar por livre e espontânea vontade do estudo clínico. O indivíduo foi selecionado contemplando os seguintes critérios de inclusão: apresentar diagnóstico de DMD, idade entre 10 e 20 anos, ambos os sexos e que fizesse uso de cadeira de rodas para locomoção. Foram excluídos os indivíduos que apresentaram déficits auditivos e alterações cognitivas que impedissem a compreensão ou execução dos exercícios propostos.

O presente estudo seguiu os aspectos éticos estabelecidos pela Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. A coleta dos dados foi iniciada após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos responsáveis legais, pelo paciente e com anuência expressa do mesmo, demonstrando total acordo com o estudo. A coleta de dados somente foi iniciada após aprovação da pesquisa pelo CEP-FAP, através do parecer 6.869.068, emitido em 05 de Junho de 2024.

O indivíduo primeiramente foi avaliado por uma ficha de avaliação pneumofuncional utilizada no estágio curricular do curso de Fisioterapia da Faculdade de Apucarana, a qual contém dados pessoais do paciente como nome, data de nascimento, nome e contato dos responsáveis, juntamente com diagnóstico clínico, antecedentes familiares, medicamentos em uso, exame físico, saturação de O₂, avaliação postural, de tosse e mobilidade de tórax.

Posteriormente foi submetido à avaliação da função pulmonar através de 2 métodos: Espirometria realizada em uma clínica externa e a Manovacuometria (Figura 1), a qual foi executada por dois avaliadores externos selecionados e treinados para aplicar os testes nos períodos pré e pós intervenção, sem que os mesmos conhecessem o protocolo proposto.

A espirometria ou prova de função pulmonar foi criada por Tiffeneau e Gaensler (1950), sendo o exame mais utilizado na avaliação funcional respiratória. Mede o volume e os fluxos aéreos derivados de manobras inspiratórias e expiratórias máximas forçadas (CVF) ou lentas (CVL). Vários parâmetros podem ser derivados, sendo os mais utilizados na prática clínica: a Capacidade Vital (CV) que representa o maior volume de ar mobilizado em uma expiração; Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) - representa o volume de ar exalado no primeiro segundo durante a manobra de CVF; Relação VEF1/CV razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital; Fluxo expiratório forçado intermediário (FEF25-75%) - representa o fluxo expiratório forçado médio obtido durante a manobra de CVF, na faixa intermediária entre 25% e 75% da CVF; Pico de fluxo expiratório (PFE) - representa o fluxo máximo de ar durante a manobra de CVF; Curva fluxo-volume - é uma análise gráfica do fluxo gerado durante a manobra de CVF desenhado contra a mudança de volume. É realizada utilizando um aparelho chamado pneumotacógrafo, semelhante a um tubo, que é capaz de medir a velocidade do ar que entra e sai do corpo do paciente (Ramos *et al.*, 2009).

A manovacuometria é um teste simples, rápido e não invasivo por meio do manovacúmetro, na qual a pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e a pressão expiratória máxima (PE_{máx}) são obtidas, a fim de auxiliar na avaliação muscular respiratória (Santos *et al.*, 2017). Desta forma, foram realizadas 3 manobras para avaliar a PI_{máx} e PE_{máx}, conforme os critérios propostos por Machado (2008). Utilizou-se um manovacúmetro da marca GERAR®, conectado por um prolongamento ao bucal e um clipe nasal para evitar a respiração nasal, sendo considerado para a análise o maior valor obtido entre as manobras. Os valores de referência para as pressões respiratórias máximas foram aqueles estabelecidos por Neder *et al.*, 1999 para a população masculina, através das seguintes fórmulas: PI_{máx}: $y = -0,80 \times idade + 155,3$ e PE_{máx}: $y = -0,81 \times idade + 165,3$.

A intervenção foi realizada mediante a aplicação de um protocolo fisioterapêutico personalizado, composto pela manobra de *Air Stacking* (Figuras 2 e 3) com a utilização do ressuscitador manual (Ambu®) acoplado a válvula de pressão positiva (PEEP) e treinamento muscular inspiratório com o Threshold®IMT. O protocolo consistiu em 15 repetições da manobra *Air Stacking*, sendo que a cada repetição o paciente fez uma expiração forçada dentro da máscara, sofrendo uma

resistência pressórica ofertada pela válvula PEEP que fortalece a musculatura respiratória e aumenta a oxigenação. Em cada repetição foram aplicadas cerca de 5 insuflações, até atingir a capacidade pulmonar máxima, respeitando o linear de segurança de 40 cm de H₂O (mensurado por manômetro acoplado ao Ambu®), com períodos de descanso de no mínimo 2 minutos. Ao final de cada manobra a expiração ocorreu contra resistência da válvula PEEP.

Posteriormente, estando o paciente em sedestação, foi realizado o treinamento muscular inspiratório com o Threshold®IMT, utilizando-se do clipe nasal, garantindo respiração exclusivamente oral, associado a períodos de respiração espontânea, com intensidade de 40 cm de H₂O, equivalente à cerca de 30% da P_{máx} obtida na manovacuometria. Foram realizadas 12 séries de 6 repetições, nas quais, o paciente foi instruído a realizar uma inspiração oral máxima contra resistência ofertada pelo aparelho.

O protocolo foi aplicado na frequência de 3 vezes por semana, durante 4,5 semanas, com duração de 45 minutos cada atendimento, totalizando 10 atendimentos.

Durante os atendimentos, além da utilização do Threshold®IMT e da técnica de *Air Stacking* associada à válvula PEEP, foram utilizados bastões e theraband para realização de exercícios de mobilização de tronco que foram combinados às técnicas citadas.

Posteriormente ao período de intervenção proposto, o indivíduo foi submetido novamente ao exame de espirometria na mesma prestadora de serviço e ao teste de manovacuometria realizado por um avaliador distinto, a fim de avaliar o impacto do protocolo na função respiratória do participante.

Figura 1, 2 e 3 – Teste de Manovacometria e manobra de Air Stacking.



Fonte: Autores da pesquisa (2024).

Os resultados foram apresentados de maneira descritiva e quantitativa através da comparação dos resultados dos exames realizados no período pré e pós intervenção. Também foi utilizada representação visual através de tabelas a fim de facilitar a compreensão dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra da pesquisa foi composta por um paciente do sexo masculino, 11 anos de idade, residente em uma cidade do Norte do Paraná, diagnosticado com DMD. Iniciou uso de cadeira de rodas à um mês devido as quedas frequentes. Apresentou hipotonia muscular; parestesia da musculatura abdominal, cintura escapular e pélvica; tronco posteriorizado, resultando em hiperlordose da coluna vertebral; marcha com apoio, do tipo Anserina, caracterizada por base de sustentação alargada e déficit grave do equilíbrio.

Ao analisar os resultados dos exames, foi encontrado déficit significativo no Pico de Fluxo Expiratório (PEF), além da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e da pressão expiratória máxima (PE_{máx}), quando comparados aos valores de referência no período pré intervenção. Após aplicação do protocolo observou-se incremento significativo no PEF, que teve aumento de 18%, além da PI_{máx}, com aumento de 36,5% e da PE_{máx}, com aumento de 12,8% (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Valores espirométricos nos períodos pré e pós intervenção.

Parâmetros	BTPS	Pré Intervenção			Pós Intervenção			% de aumento
		Prev	Pre	% Prev.	Prev.	Pre	% Prev.	
FVC	L	1,80	1,80	100	1,80	1,79	99	0%
FEV1	L	1,67	1,72	103	1,67	1,78	106	3%
FEV1%	%	93,0	95,6	103	93,0	99,4	107	4%
PEF	L\s	4,35	2,96	68	4,35	3,76	86	18%

Fonte: Autor do trabalho (2024).

Legenda: FVC: Capacidade Vital Forçada; FEV1: Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo; PEF: Pico de fluxo expiratório; FEV1%: Percentagem do volume expiratório; BTPS: Condições corporais (temperatura e pressão ambiente saturado com vapor d'água); Prev.: Capacidade prevista; PRE: Capacidade alcançada; %Prev.: Capacidade alcançada em relação a prevista.

Tabela 2 – Valores das pressões respiratórias máximas nos períodos pré e pós intervenção.

	Pré intervenção		Pós intervenção	
	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx
Predito (cmH2O)	146,5	156,39	146,5	156,39
Obtido (cmH2O)	36,6	40	90	60
% de aumento			36,5%	12,8%

Fonte: Autor do trabalho (2024).

O aumento dos parâmetros ventilatórios apresentados tem impacto significativo no padrão respiratório do paciente, que acaba exercendo uma respiração superficial devido ao longo tempo de permanência em sedestação, embora tenha uma função ainda preservada associada ao curto período de alocação na cadeira de rodas. O incremento observado é crucial para manutenção da função ventilatória e prevenção de complicações como o acúmulo de secreção e insuficiência respiratória.

DISCUSSÃO

A DMD é caracterizada pela hipotonia generalizada e leva a perda da deambulação por volta da primeira década de vida. O tempo de longa permanência na cadeira de rodas, acarreta principalmente fraqueza da musculatura respiratória e perda da capacidade pulmonar total, aumentando a probabilidade de complicações respiratórias, que levam cerca de 55% a 90% dos pacientes a óbito entre 16 e 19 anos

(Melo; Carvalho, 2011). Sendo assim, este estudo buscou avaliar a eficácia do treinamento muscular respiratório associado a técnica de Air Stacking e Válvula PEEP em um paciente com DMD.

Selestrin (2014), realizou avaliações da função respiratória de 101 pacientes com DMD, onde aproximadamente 45% dos avaliados possuíam entre 60% a 89% de capacidade vital forçada em relação ao seu predito. Nas demais variáveis espirométricas, os valores mais altos foram obtidos na faixa etária de 13 e 15 anos, seguida de um declínio da função respiratória. Após os 18 anos de idade, todos os parâmetros foram menores do que 50% em relação ao predito. Semelhante a avaliação deste estudo no período pré-intervenção, o paciente analisado apresentou indícios de declínio da função respiratória, enfatizando a necessidade de uma intervenção precoce e preventiva.

Melo e Carvalho em 2022, realizaram um estudo sobre o treinamento muscular respiratório em uma criança de 9 anos portador de DMD. Foi utilizado como programa de tratamento o resistor linear pressórico (Threshold IMT®), exercícios para dissociação de cintura escapular e fortalecimento da musculatura diafragmática. Após 5 meses de tratamento, o paciente apresentou melhoras significativas com relação a força muscular respiratória, como aumento da PiMáx, PeMáx, da CVF e da mobilidade tóraco-abdominal.

Bezerra *et al.*, (2013), desenvolveram um estudo com 6 indivíduos com DMD, durante 6 meses, 3 vezes na semana. Foi utilizado como protocolo de atendimento o dispositivo de carga linear pressórica (Threshold IMT®), com carga equivalente e mantida à 30% da PImáx, além de padrões musculares respiratórios realizados após 5 minutos de descanso, realizando 10 inspirações estáticas máximas seguidas de expiração em selo d'água com capacidade expiratória máxima, contra uma coluna de 5 cmH₂O de água, com 20 segundos de descanso entre elas. Após reavaliação o programa mostrou-se eficaz para estabilização da CV, melhorando a força muscular respiratória, podendo evitar o progressivo declínio das capacidades pulmonares a partir do primeiro mês de tratamento.

Bach *et al.*, (2007), realizaram um estudo com uso da respiração glossofaríngea (GPB) e do empilhamento de ar para aumentar os volumes pulmonares e os picos de fluxo de tosse (CPF), e da GPB para aumentar a capacidade de respiração sem ventilador (VFBA), em 78 pacientes com DMD. Todos os pacientes foram submetidos

ao treinamento e monitoramento da eficácia do empilhamento de ar até a capacidade máxima de insuflação. A capacidade de aumentar o volume pulmonar por empilhamento de ar foi melhor retida do que a capacidade de aumentar o volume pulmonar por GPB.

Corroborando os estudos apresentados, o paciente apresentou melhora significativa nos parâmetros ventilatórios semelhantes aos resultados encontrados na literatura citada. Houve uma inconformidade sobre as idades apresentadas por Selestrin (2014), onde os valores mais altos para as variáveis respiratórias foram obtidos na faixa etária de 13 e 15 anos. Embora seja o mais encontrado na literatura, o paciente deste estudo já apresentou declínios aos 11 anos, visto que cada paciente apresenta um caso clínico, evolutivo e um prognóstico distinto e individualizado.

As observações deste estudo demonstram a efetividade das técnicas empregadas na melhora e manutenção da mecânica ventilatória no perfil de paciente analisado, gerando impacto positivo na qualidade de vida e postergando a evolução das complicações respiratórias.

CONCLUSÃO

A DMD causa múltiplas disfunções, tendo como principal característica a hipotonia generalizada, que acomete primeiramente na cintura escapular e pélvica, seguida dos membros inferiores, comprometendo a capacidade de deambulação e equilíbrio, e por fim causando complicações cardiorrespiratórias, levando grande parte dos pacientes a óbito entre 16 a 19 anos.

O protocolo fisioterápico de treinamento muscular respiratório realizado nesse estudo, apresentou eficácia com apenas 10 atendimentos, com aumento de 36,5% na P_{lmáx} e de 12,8% na P_{Emáx}, além do PEF com aumento de 18%, mensurados pela manovacuometria e espirometria, respectivamente.

O presente estudo apresentou limitações devido a amostra reduzida de um único paciente, baixo número de atendimentos quando comparado aos estudos referenciados neste trabalho, e a escassez de estudos sobre Air Stacking associado a Válvula PEEP fora do âmbito da Unidade de Terapia Intensiva.

Tendo em vista os aspectos observados, a intervenção na função respiratória em pacientes com DMD deve ser iniciada antes do aparecimento de complicações,

visando postergar o previsto comprometimento respiratório. Embora tenha-se mostrado eficaz, evidencia-se a necessidade de novos estudos, com maiores amostras e tempo de tratamento, a fim de comprovar cientificamente os benefícios do treinamento muscular respiratório na DMD.

REFERÊNCIAS

BACH, John R. MD *et al.* Inflação pulmonar pela respiração glossofaríngea e “empilhamento de ar” na distrofia muscular de Duchenne. *Revista Americana de Medicina Física e Reabilitação* 86(4):p 295-300, abril de 2007. Disponível em: https://journals.lww.com/ajpmr/abstract/2007/04000/lung_inflation_by_glossopharyngeal_breathing_and.7.aspx. Acesso em: 25 set. 2024.

BEZERRA, Poliana Penasso; BORGES, Ana Paula Oliveira; BRUNHEROTTI, Marisa Afonso Andrade. Treino muscular respiratório em pacientes com Distrofia Muscular de Duchenne. *Revista Neurociências, [S. l.]*, v. 18, n. 4, p. 491–497, 2010. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/8446>. Acesso em: 22 set. 2024.

BRASIL. Senado Federal. **Criado o Dia Nacional de Conscientização sobre a Distrofia Muscular de Duchenne**. Sítio eletrônico 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/04/26/criado-o-dia-nacional-de-conscientizacao-sobre-a-distrofia-muscular-de-duchenne#:~:text=A%20chamada%20S%C3%ADndrome%20de%20Duchenne,um%20em%20cada%203.500%20nascidos>. Acesso em: 4 de março de 2024.

COSTA, Dirceu *et al.* Novos valores de referência para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *Jornal Brasileiro De Pneumologia*, 36(3), 306–312. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-37132010000300007>. Acesso em: 11 de março de 2024.

FREZZA, Ricardo Marques *et al.* Atualização do tratamento fisioterapêutico das distrofias musculares de Duchenne e Becker. *Rev. Brasileira em promoção a saúde*, n.1, v.18, p.41-49, Fortaleza-Ceará, Brasil, 2005 Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40818108>. Acesso em 8 de março de 2024.

FONSECA, Jakeline Gordinho; MACHADO, Marcella Jardim da Franca; FERRAZ, Cristiane Leal de Moraes e Silva. Distrofia muscular de Duchenne: complicações respiratórias e seu tratamento. *Revista de Ciências Médicas, [S. l.]*, v. 16, n. 2, 2007. Disponível em: <https://seer.sis.puc-campinas.edu.br/cienciasmedicas/article/view/1067>. Acesso em: 21 maio. 2024.

LIMA, Felipe Macedo *et al.* O efeito da técnica de air stacking em pacientes portadores de doenças neuromusculares. *Rev. Eletrônica Saúde e Ciência*, São Paulo, v. 4, ago, 2014. Disponível em: https://www.academia.edu/22096009/O_uso_do_Air_Stacking_para_redu%C3%A7%C3%A3o_das_complica%C3%A7%C3%B5es_respirat%C3%B3rias_em_pacientes

_com_Distrofia_Muscular_de_Duchenne?uc-sb-sw=108779949. Acesso em: 05 de março de 2024.

MACHADO, M. G. R. **Bases da Fisioterapia Respiratória: Terapia Intensiva e Reabilitação**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

MELO, Ana Paula Fraga; CARVALHO, Fabiane Alves de. Efeitos da fisioterapia respiratória na Distrofia Muscular de Duchene: Relato de Caso. **Revista Neurociências**, [S. l.], v. 19, n. 4, p. 686–693, 2011. DOI: 10.34024/rnc.2011.v19.8334. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/8334>. Acesso em: 22 set. 2024.

NASCIMENTO, Larissa Perossi et al. Treinamento muscular respiratório em Distrofia Muscular de Duchenne: série de casos. **Revista Neurociências**, v. 23, n. 1, p. 9-15, 2015. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/8047>. Acesso em: 07 março 2024.

PRIA, Amanda Santana de Medeiros Dalla *et al.* Distrofia Muscular de Duchenne, **Genética médica aplicada a prática clínica**, São Paulo, ano 21., p. 93, maio. 2021. Disponível em: <https://archive.org/details/genetica-medica-aplicada-a-pratica-clinica/page/n111/mode/2up?view=theater>. Acesso em: 07 março 2024.

RAMOS, Gilson Cassem et al. Aspectos históricos da pressão arterial de oxigênio e espirometria relacionados à operação abdominal. **ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)**, v. 22, n. 1, p. 50–56, jan. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-67202009000100011>. Acesso em: 21 de maio de 2024.

SANTOS, Maitê Vicente da Silva *et al.* **Efeitos do método Air-stacking no sistema pulmonar de indivíduos com distrofia muscular de duchenne. VIII Congresso Gaúcho de Terapia Intensiva**. Disponível em: <https://ojs.fsg.edu.br/index.php/fisioterapia/article/view/3998/3245>. Acesso em: 4 de março de 2024.

SANTOS, Roberta Magalhães Guedes et al. Manovacuometria realizada por meio de traqueias de diferentes comprimentos. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 24, n. 1, p. 9–14, jan. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-2950/15614124012017>. Acesso em 21 de maio de 2024.

SELESTRIN, Claudia de Castro. **Avaliação da função respiratória em pacientes com Distrofia Muscular de Duchenne**. 2014. Tese (Doutorado em Saúde Materno Infantil) - Faculdade de Saúde Pública, University of São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/T.6.2014.tde-11062014-155856. Acesso em: 2024-09-27.

SILVA, Karolyna Nunes *et al.* **Músculos respiratórios: Fisiologia, Avaliação e Protocolo de treinamento**. Disponível em: file:///C:/Users/Acer/Downloads/MUSCULOS_RESPIRATORIOS_FISIOLOGIA_AVALIACAO_E_PROT.pdf. Acesso em: 7 de março de 2024.