A FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA É DETERMINANTE PARA O ÊXITO NA MANOBRA DE CAPACIDADE VITAL LENTA EM CRIANÇAS?

IS RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH DETERMINANT FOR SUCCESS IN
THE SLOW VITAL CAPACITY MANEUVER IN CHILDREN?

Rafaela Coelho Minsky, Bianca Dana Horongozo Itaborahy, Camila Isabel Santos Schivinski

DOI - 10.5935/2236-5117.2021v58a72

RESUMO

Introdução: Objetivo: analisar a relação entre força muscular respiratória(FMR) e capacidade de atingir valores preditos na manobra espirométrica de capacidade vital lenta(CVL)em crianças em idade escolar.

Método: pesquisa observacional transversal, incluiu crianças saudáveis entre 6 e 12 anos, cuja higidez controlou-se por meio de espirometria normal(Pneumatógrafo Jaeger-Master Scope IOS®), segundo *American Thoracic Society* (2005) e questionários de saúde (ISAAC e histórico de saúde). As crianças foram divididas em GCVL: aquelas que atingiram 80% na manobra de CVL;e como GCON: as que não atingiram este valor. As pressões máximas inspiratória (PI_{max}) e expiratória (PE_{max}) foram obtidas por meio de manovacuometria (MVD 300 Globalmed®). Após verificação da normalidade dos dados, aplicou-se o teste de Spearman para análise da relação entre FMR com parâmetros de CVL. Os dados de PI_{max} e PE_{max} foram comparados entre os grupos, com o teste de Mann-Whitney. Adotou-se nível de significância de 5% ($p<0,05$).

Resultados: participaram 83 crianças com média de idade de $8,54 \pm 1,95$ anos, sendo 44 no GCVL (25 meninas). Este grupo apresentou maiores valores absolutos e em percentual do predito (%)de capacidade inspiratória (CI), volume de reserva expiratório (VRE) e FMR. Houve relação entre % de CI e VRE com PE_{max} . No GCON, (39 crianças /20 meninas) houve relação entre valores absolutos de CVL, CI, VRE e PI_{MAX} e destes dois primeiros parâmetros e da % de CI com a PE_{MAX} .

Conclusões: houve relação entre a FMR e a capacidade de atingir 80% do predito na CVL, sendo que essa porcentagem foi alcançada pelas crianças com valores superiores de FMR.

Palavras-chave: Criança. força muscular. espirometria. Testes de Função Respiratória

ABSTRACT

Introduction: Objective: to analyze the relationship between respiratory muscle strength (RMS) and the ability to reach

Rafaela Coelho Minsky – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde e do Esporte - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil.

Bianca Dana Horongozo Itaborahy - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde e do Esporte - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil.

Camila Isabel Santos Schivinski - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde e do Esporte - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil.

Correspondência: Rafaela Coelho Minsky – R. Pascoal Simone, 358 - Coqueiros, Florianópolis - SC, 88080-350

Internet: rafacoelho@gmail.com / cacaiss@yahoo.com.br

Conflito de interesses: não existem conflitos de interesse.

Fonte de financiamento: Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) FAPESC 533/2017 (Grant number: N 2017TR645)

predicted values ??in the spirometry maneuver of slow vital capacity (SVC) in school-age children.

Method: cross sectional observational research, including healthy children between 6 and 12 years old, whose health was controlled by means of normal spirometry(Pneumatograph Jaeger - Master Scope IOS®), according to the *American Thoracic Society*(2005) and health questionnaires(ISAAC and health history). The children were divided into GCVL: those that reached 80% in the SVC maneuver; and as GCON: those that did not reach this value. The maximum inspiratory (MIP) and expiratory(MEP) pressures were obtained using manovacuometry(MVD 300 Globalmed ®). After verifying the normality of the data, the Spearman test was applied to analyze the relationship between RMS and SVC parameters. MIP and MEP data were compared between groups, using the Mann-Whitney test. A significance level of 5% ($p<0.05$) was adopted.

Results: 83 children with an average age of 8.54 ± 1.95 years old, 44 of whom in the GCVL(25 girls) participated. This group had higher absolute values ??and as a percentage of the predicted (%) inspiratory capacity(IC), expiratory reserve volume(ERV) and RMS. There was a relationship between %IC and ERV with MEP. In GCON, (39 children / 20 girls) there was a relationship between absolute values ??of SVC, IC, ERV and MIP and these first two parameters and the %IC with MEP.

Conclusions: there was a relationship between RMS and the ability to reach 80% of the predicted in SVC, and this percentage was reached by children with higher values ??of RMS.

Keywords: Child. Muscle Strength. Spirometry. Respiratory Function Tests

INTRODUÇÃO

O tamanho do pulmão acompanha o crescimento humano e sofre interferência direta de fatores como idade, sexo e etnia. Em crianças hígdas, o volume e a função pulmonares atingem o potencial máximo no período final da adolescência e início da idade adulta¹. O volume de ar deslocado durante a respiração está intimamente relacionado à atividade muscular respiratória², sendo o diafragma o principal músculo responsável por esta função, também com a participação dos músculos intercostais, abdominais, peitorais e esternocleidomastoídeos³.

A avaliação da força muscular respiratória (FMR) é realizada por meio da manovacuometria⁴, com a mensuração da pressão inspiratória máxima (P_{IMAX}) e da pressão expiratória máxima (P_{EMAX}), medidas amplamente aplicadas na avaliação e acompanhamento de indivíduos com doenças respiratórias⁵ e crianças saudáveis⁶.

Assim como a manovacuometria, outros métodos são importantes para avaliar o sistema respiratório, cuja escolha deve ser criteriosa, principalmente por se tratar de crianças. Sendo assim, a espirometria é considerada um método eficaz na avaliação da função pulmonar e, apesar de necessitar da colaboração e boa compreensão por parte do paciente, é frequentemente utilizada na pediatria⁷. Trata-se de um exame indicado para avaliar a obstrução ao fluxo aéreo por meio da mensuração das capacidades, volumes e fluxos respiratórios⁸, sendo capaz de auxiliar na prevenção, diagnóstico e na quantificação dos distúrbios ventilatórios. Pode ser executada durante respiração lenta ou durante manobras expiratórias forçadas, especificamente da manobra de capacidade vital lenta (CVL) ou de capacidade vital forçada (CVF), respectivamente. Ambas as manobras determinam a capacidade vital (CV)⁹.

Os exames de função pulmonar tiveram início com mensuração da CV, que se constituiu na matriz dos volumes estáticos de determinação direta. Segundo a *American Thoracic Society* e a *European Respiratory Society* (2005)^{10,11}, a CV é o volume de ar mobilizado entre uma inspiração e expiração máximas. Para a completa avaliação dos volumes pulmonares, fez-se necessária a mensuração dos volumes absolutos, constituídos pelos volumes obtidos espontaneamente ao final do ciclo ventilatório corrente (CVC), e ao final de manobras inspiratória e expiratória máximas¹¹.

A maior quantidade de ar que um indivíduo pode exalar lentamente após uma inspiração máxima é determinada pela CVL, a qual representa cerca de 70-75% da capacidade pulmonar total (CPT)¹². A CVL inferior a 20 ml/kg evidencia a musculatura respiratória enfraquecida, com mecanismos de suspiro e de tosse alterados, baixa geração de volume pulmonar e risco de complicações pulmonares por hipoventilação alveolar⁸ e, sendo assim, parece haver relação entre a FMR e o desempenho neste exame. Além disso, a CVL diminuída pode representar distúrbio respiratório restritivo⁸ e, na presença de obstrução das vias aéreas, sua diferença em relação a CVF, a qual é nula em indivíduos saudáveis, pode se tornar muito evidente principalmente nos quadros de hiperinsuflação pulmonar.^{10,11} A presença de uma grande diferença entre CV e CVF, ou uma resposta broncodilatadora significativa, também podem indicar doenças pulmonares obstrutivas com aprisionamento aéreo, o que reforça a importância da CV nas avaliações. A condução da CVL não envolve uma técnica simples de execução em pediatria, o que também pode resultar em valores reduzidos nessa população.

Desta forma, o objetivo deste estudo é analisar a relação entre a FMR e a capacidade de o indivíduo atingir valores de 80% do predito na manobra espirométrica de CVL, bem como comparar a FMR de crianças saudáveis que atingem e aquelas que não atingem esses valores estabelecidos.

MÉTODO

Pesquisa analítica, observacional e transversal, incluiu crianças saudáveis entre 06 e 12 anos, frequentadoras de escolas públicas e particulares da Grande Florianópolis - Santa Catarina/Brasil, locais nos quais ocorreu a coleta de dados. Estabeleceu-se como critérios de inclusão: crianças hígdas colaborativas e não-atletas (não inscritas em federações esportivas de alto rendimento), sem diagnóstico ou história de doenças cardiopulmonares, musculoesqueléticas, reumáticas, neurológicas, nascidas a termo, com ausência de déficits auditivos ou visuais, não obesas (índice de massa corpórea acima de 25 kg/m²) e nem desnutridas (índice de massa corpórea menor que 18.5 kg/m²)¹³, e com exame de espirometria normal.

A hígidez do escolar foi controlada por meio de análise de um histórico de saúde elaborado pelas pesquisadoras, aplicação do questionário *International Study of Asthma and Allergies in Childhood* (ISAAC),¹⁴ cuja pontuação total é de 14 pontos. Não participaram do estudo crianças com idade entre 6 e 9 anos que apresentaram pontuação igual ou superior à 5 pontos, ou crianças entre 10 e 12 anos com pontuação igual ou superior à 6 pontos, devido

ao risco de asma¹⁵. Também se exigiu para inclusão o exame espirométrico (Jaeger® – Master Scope IOS®) com volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) e CVF acima de 80% do predito, segundo Polgar e Promadhat (1971)¹⁶.

O exame foi conduzido de acordo com as normas da ATS/ERS(2019)¹¹, sendo as manobras espirométricas forçadas realizadas até os valores e as curvas apresentarem-se aceitáveis e reprodutíveis, em no máximo 08 tentativas. As crianças que não conseguiram realizar o exame neste número de manobras foram excluídas. Além dos parâmetros de CVF e VEF₁, registrou-se também o pico de fluxo expiratório (PFE).

As crianças incluídas realizaram então a manobra de CVL, para qual foram orientadas a realizarem uma inspiração profunda, próxima da CPT e, em seguida, realizarem uma expiração máxima de forma lenta, próxima ao volume residual (VR). Com base nesta manobra, determinou-se a capacidade inspiratória (CI) e o volume de reserva expiratório (VRE)¹¹. Ambas as manobras, espirometria forçada e lenta, foram realizadas com o mesmo instrumento.

Após as manobras espirométricas, avaliou-se a força muscular inspiratória e expiratória utilizando-se o manovacuômetro digital MVD300 (Globalmed®, Brasil), calibrado de -300 a +300 cmH₂O, com precisão de 1 cmH₂O. Durante a medida, o participante permaneceu sentado em uma cadeira, tronco em ângulo de 90°, com as coxas e pés apoiados. As manobras foram demonstradas, explicadas e conduzidas, sempre pelo mesmo avaliador. Para medida da P_{IMAX} o escolar foi orientado a respirar em volume corrente durante três ciclos respiratórios e, na sequência, realizou uma expiração máxima (próximo do VR) e, em seguida, foi dado o comando verbal para que fizesse um esforço inspiratório máximo e sustentado. Para a mensuração da P_{EMAX} foi solicitada uma inspiração máxima (próximo da CPT) e, em seguida, um esforço expiratório máximo¹⁷. Foram conduzidas no máximo cinco manobras para P_{IMAX} e cinco para P_{EMAX}, com intervalo de um minuto entre elas e de cinco minutos entre as medidas das duas pressões. Obteve-se três medidas aceitáveis (sem vazamento de ar e com duração de pelo menos dois segundos) e pelo menos duas reprodutíveis, nas quais os valores não diferiram entre si por mais de 10% do valor mais elevado¹⁸. Registrou-se o valor da melhor manobra, caso este não tivesse sido obtido na última aferição. De acordo com Rosa et al.(2017)⁶ e Domenech-Clar et al. (2003)¹⁹, calculou-se a porcentagem do valor predito para a medida obtida por cada criança. Tanto a espirometria quanto a manovacuometria foi realizada sempre pelo mesmo pesquisador, previamente treinado.

Para a análise de dados, as crianças foram divididas em dois grupos, de acordo com o resultado espirométrico das manobras de CVL. O grupo CVL(GCVL) foi composto por crianças que atingiram 80% do valor predito dos parâmetros da manobra de CVL¹⁶. Já o grupo constituído por crianças que não alcançaram essa porcentagem do valor predito foi nominado GCON. A análise estatística foi conduzida com a verificação de normalidade dos parâmetros da manobra de CVL e FMR, aplicando-se o teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Na sequência, aplicou-se o teste de *Mann Whitney* para comparação dos parâmetros da manobra de CVL e dados de FMR entre os grupos. Utilizou-se o teste de correlação de *Spearman* para relacionar os valores de P_{IMAX} e P_{EMAX} com os parâmetros da manobra de CVL (CI e VRE), tanto em valores absolutos quanto em porcentagem do valor predito, em cada grupo. O nível de significância considerado foi de 5% (p<0,05) em todos os testes.

Esta pesquisa teve aprovação do Comitê de Ética da Universidade do Estado de Santa Catarina sob o parecer nº 1.006.003 – (CAAE: 38770314.1.0000.0118), registrado na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CONEP) e todos os participantes e seus responsáveis consentiram com o estudo.

RESULTADOS

A amostra do estudo totalizou 83 crianças com média de idade de 8,54 anos (±1,95). O GCVL foi composto por 44 escolares, sendo 25 meninas, com média de idade de 8,62 anos (±1,90), com média de 128 centímetro (cm) de altura (±0,31) e média de peso de 31,87 quilograma (Kg) (±10,53). No GCON foram incluídas 39 crianças (20 meninas) com idade média de 8,42 (±1,06), com altura média equivalente a 137 cm (±0,34) e peso médio de 33.24 kg (±10,96). A distribuição dos dados de P_{IMAX} e P_{EMAX}, bem como os parâmetros da espirometria, são apresentados nas tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Não houve diferença entre os grupos quanto à idade e frequência de gênero. Quando comparados os parâmetros das manobras de CVL e os valores de P_{IMAX} e P_{EMAX}, tanto as medidas de FMR quanto os valores absolutos e a porcentagem do predito de CVL e CI foram maiores no GCVL (p<0,01). Analisando-se cada grupo, observou-se correlação entre a porcentagem do valor predito de CI e VRE e a P_{EMAX} no GCVL. Já no GCON, houve relação entre as variáveis de P_{IMAX} e os valores absolutos das variáveis espirométricas de CVL, CI e VRE. A P_{EMAX} apresentou relação com os valores absolutos de CVL, CI e com a porcentagem do predito de CI. Estes resultados são apresentados na tabela 4.

Tabela 1 – Distribuição e comparação dos dados de PIMÁX e PEMÁX, nos grupos estudados.

Grupos	PI _{MÁX} *				PE _{MÁX} *			
	M (DP)	Med	Min-Máx	%	M (DP)	Med	Min-Máx	%
GCVL (n: 44)	83,90 (±24,19)	80	-50-155	141,07 (±5,74)	76,62 (±28,72)	86	+48-122	163,51 (±8,17)
GCON (n: 39)	64,03 (±18,75)	49	-21-166	90,18 (±7,25)	53,00 (±28,67)	63	+22-110	98,89 (±7,01)

Legenda: n: amostra; M: Média; DP: Desvio padrão; Med: Mediana; Máx: Maior valor coletado; Min: menor valor coletado; PE_{MÁX}: Pressão expiratória máxima (cmH₂O); PI_{MÁX}: Pressão inspiratória máxima (cmH₂O); %: porcentagem do valor predito; *: diferença estatisticamente significativa entre os grupos pelo teste de Mann Whitney (p<0,01).

Tabela 2 – Distribuição e comparação dos dados da manobra espirométrica forçada nos grupos estudados.

	CVF (l)		VEF1		PFE	
	M (DP)		M (DP)		M (DP)	
	L	%	L	%	L/min	%
GCVL (n: 44)	2,31 (±0,64)	95,19 (±15,43)	2,02 (±0,55)	91,35 (±15,58)	4,04 (±1,18)	80,17 (±17,57)
GCON (n: 39)	2,12 (±0,54)	94,50 (±16,48)	1,86 (±0,61)	88,16 (±21,58)	3,09 (±1,15)	78,61 (±17,66)

Legenda: N: amostra; M: Média; DP: Desvio padrão; CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; PFE: pico de fluxo expiratório; (%): porcentagem do valor predito; L: litro, L/min: Litro por minuto.

Tabela 3 – Distribuição e comparação dos dados da manobra espirométrica lenta nos grupos estudados.

	CVL*		CI*		VRE	
	M (DP)		M (DP)		M (DP)	
	L	%	L	%	L	%
GCVL (n: 44)	2,11 (±0,76)	93,29 (±11,27)	1,73 (±1,23)	82,64 (±16,34)	1,73 (±1,89)	116,15 (±22,42)
GCON (n: 39)	1,73 (±0,47)	68,65 (±11,48)	0,84 (±0,37)	49,09 (±20,89)	0,93 (±0,41)	115,41 (±44,55)

Legenda: N: amostra; M: Média; DP: Desvio padrão; CVL: Capacidade vital lenta; CI: Capacidade inspiratória; VRE: Volume de reserva expiratório; %: porcentagem do valor predito; L: litro, L/min: Litro por minuto; *: diferença significativa entre os grupos pelo teste de Mann Whitney (p<0,01).

Tabela 4 – Resultado da correlação de Spearman entre as variáveis espirométricas da CVL e a PIMÁX e PEMÁX, em cada um dos grupos.

Grupos		Variáveis espirométricas					
		CVL	CVL%	CI	CI%	VRE	VRE%
GCVL	PI _{MÁX}	0,43	0,61	0,13	0,18	0,83	0,51
	PE _{MÁX}	0,68	0,25	0,21	0,04*	0,10	0,05*
GCON	PI _{MÁX}	>0,01*	0,31	>0,01*	0,15	0,02*	0,76
	PE _{MÁX}	>0,01*	0,07	0,04*	0,05*	0,20	0,38

Legenda: PI_{MÁX}: Pressão inspiratória máxima (cmH₂O); PE_{MÁX}: Pressão expiratória máxima (cmH₂O); CVL: Capacidade vital lenta em litros; CI: Capacidade inspiratória em litros; VRE: Volume de reserva expiratório em litros; %: porcentagem do valor predito; *: valor de p significativo no teste de Spearman.

Em relação à idade e o sucesso das manobras espirométricas lentas, considerando todas as crianças, sem divisão de grupos, houve relação entre a idade e a PI_{MÁX} (p<0,05), sendo que quanto maior a idade da criança, maior o valor absoluto da PI_{MÁX}. Na comparação entre os valores preditos de PI_{MÁX} e PE_{MÁX}, não houve correlação entre a FMR e a idade. Também não se observou relação entre a idade e a porcentagem dos valores preditos de FMR, considerando os grupos (tabela 5).

DISCUSSÃO

Os achados da presente pesquisa identificaram relação entre a FMR e a capacidade de realizar a manobra

espirométrica lenta, sendo uma maior FMR associada a uma execução satisfatória (acima de 80% do predito) da manobra de CVL. Isto pode ser justificado pelo fato da estrutura muscular respiratória possuir a função de deslocar ritmicamente a parede torácica, promovendo entrada e saída de ar dos pulmões. Quando a FMR está íntegra e age de forma coordenada para a fluência da respiração, sua ação facilita a mobilização de ar durante a CVL²⁰.

Nessa linha, a debilidade da musculatura respiratória pode estar associada à desvantagem mecânica, que apresenta como consequência déficit na resistência muscular e, ainda, ineficácia na tosse e na expectoração de secreções de indivíduos doentes²¹. Do ponto de vista fisiológico, estes fatores podem ocasionar

Tabela 5 – Média e porcentagem do predito dos parâmetros de FMR em relação a idade em anos.

Anos	GCVL		GCON	
	PI _{MÁX} M (%)	PE _{MÁX} M (%)	PI _{MÁX} M (%)	PE _{MÁX} M (%)
6	-73,75(147,55)	+76,24(170,61)	-37,62(72,67)	+56,37(106,88)
7	-68,50(132,70)	+86,75(175,78)	-54,71(104,77)	+76,67(154,56)
8	-65,11(121,08)	+74,11(150,21)	-48,38(84,57)	+63,38(123,09)
9	-79,14(135,12)	+84,14(148,39)	-66,25(113,85)	+70,00(94,30)
10	-108,00(174,42)	+87,50(159,52)	-46,01(71,89)	+69,00(116,00)
11	-102,57(153,49)	+105,07(168,33)	-62,57(101,72)	+64,14(123,74)
12	-105,33(158,11)	+115,67(181,02)	-60,60(85,66)	+69,80(128,10)

Legenda: M: Média; PE_{MÁX}: Pressão expiratória máxima (cmH₂O); PI_{MÁX}: Pressão inspiratória máxima (cmH₂O); (%):porcentagem do valor predito^{8,22}.

hipoventilação alveolar, microatelectasias e risco de insuficiência respiratória⁵, o que leva a queda da capacidade vital. Dessa forma, pode-se dizer que a CVL reflete a fraqueza dos músculos respiratórios e a carga mecânica estática dos pulmões.

Em indivíduos saudáveis, especificamente em crianças, como o caso da amostra estudada, é evidente que alterações posturais, hábitos de vida tecnológicos e pouca atividade física podem gerar comprometimentos respiratórios, ainda que sejam indivíduos considerados hígidos³. Dentre a principal alteração, encontra-se a respiração oral. Na revisão de Veron e colaboradores (2016)³ concluiu-se que a respiração oral em crianças pode afetar negativamente a função pulmonar e a FMR, fator este que pode refletir diretamente na capacidade de execução da CVL.

A dificuldade em se realizar a manobra de CVL também pode ser justificada pela complexidade da manobra em si. No estudo de Friedrich et al. (2016)⁸, que teve como objetivo avaliar a frequência de sucesso nas manobras espirométricas, participaram crianças saudáveis entre 4 e 12 anos. Os autores afirmaram que a frequência de sucesso em manobras espirométricas foi significativamente menor nas crianças mais novas. Nessa mesma linha, na corrente investigação, analisou-se a possível relação entre a idade e as manobras bem-sucedidas, mas não se constatou este mesmo evento. Além disso, apesar de numericamente inferior, a média de idade do GCON não diferiu do GCVL.

Nesse contexto, outro ponto que a ser suscitado se refere ao fato da CVL se apresentar baixa mesmo na ausência de doença restritiva, uma vez que os escolares analisados na corrente pesquisa são saudáveis e a CVF se apresenta normal. Isso pode decorrer da própria condução do exame, no qual, muitas vezes, as crianças não conseguem atingir sua CI máxima só com o estímulo verbal contínuo e tranquilo do examinador nessa manobra.

Diferentemente, na condução da CVF, o comando técnico envolvido tem caráter vigoroso e incisivo, o que motiva a criança a realizar uma inspiração prévia mais profunda e executar uma expiração explosiva, mobilizando maior quantidade de ar e resultando em valores normais.

Nota-se que, em ambos os grupos aqui investigados, a FMR não se apresentou reduzida em relação aos valores preditos na literatura. O que se observa é uma média numericamente inferior das pressões máximas no GCON, grupo este que não atingiu o êxito de 80% do predito na manobra de CVL. Este grupo apresentou cerca de 49,09% da CI predita, caracterizando relativa debilidade de ação muscular respiratória, principalmente na inspiração, o que repercutiu na eficiência da manobra. Este evento sinaliza a relevância de se considerar mais especificamente a FMR, até por meio da manovacuometria, na condução de exames espirométricos, uma vez que diagnósticos e terapêuticas são introduzidos com base nos valores dos parâmetros espirométricos oriundos das manobras.

A manovacuometria é um exame que apresenta índice de sucesso satisfatório na população pediátrica. Em um estudo que incluiu a mesma faixa etária citada⁸, 4 a 12 anos, e teve como objetivo avaliar a taxa de sucesso nos testes de FMR por meio da manovacuometria, constatou-se êxito em 92,3% dos exames conduzidos após a avaliação de 196 crianças e adolescentes. Quando comparadas as taxas de sucesso entre crianças na faixa etária pré-escolar com as crianças e adolescentes na faixa etária escolar, observou-se uma taxa de sucesso significativamente menor no grupo de pré-escolares (85,1%), em comparação ao grupo de escolares (94,6%) ($p=0,032$). No entanto, mesmo com as diferenças, a taxa de sucesso permaneceu alta.

Analisando-se especificamente a manobra de CVL, esta pode apresentar um resultado final superior à manobra de CVF. Isso ocorre devido ao aprisionamento aéreo

ocasionado durante a manobra forçada, decorrente da compressão dinâmica e colapso de vias aéreas. Na manobra lenta há menor compressão torácica e, assim, maior volume de ar a ser mobilizado²². No entanto, para a realização das duas manobras, tanto para CVF quanto para CVL, há recrutamento da musculatura respiratória.

Considerando que a CVL, foco do estudo, envolve uma inspiração profunda prévia, seguida de uma expiração lenta e controlada até o volume residual, nos dois momentos de sua execução a FMR influencia na performance da manobra. Existe participação tanto dos músculos que atuam na inspiração como na expiração controlada. Em outros estudos que incluíram populações pediátricas diferenciadas, valores de CVL também se apresentaram reduzidos quando a FMR estava diminuída^{23,24}. A exemplo, este evento foi identificado em crianças com encefalopatia crônica, no qual tanto alterações da FMR e da função pulmonar estavam presentes²³, também em crianças com Síndrome de Down²⁵ e em outras síndromes neurológicas com comprometimento muscular²⁶. Quando a FMR está preservada, o exame espirométrico tende a apresentar maiores valores absolutos. Este é o caso do GCVL, que apresentou maiores valores absolutos de CI e de VRE, assim como maior FMR. Sendo este o primeiro estudo com o objetivo de relacionar a FMR e os valores da manobra espirométrica de CVL em crianças saudáveis, torna-se difícil comparar os achados obtidos com informações da literatura. No entanto, é consensual entre pesquisadores e profissionais de saúde a importância destes dois métodos de avaliação em diferentes populações^{8,24,25}, bem como a relação entre eles, como evidenciado nesta investigação. Sugere-se que outras pesquisas avaliem o quanto a FMR associa-se com a CVL e, ainda, se há outros fatores que interfiram nos resultados dessa manobra.

Sendo assim, a presente pesquisa identificou relação entre a FMR e a capacidade da criança em atingir valores preditos elevados (80%) na manobra espirométrica de CVL, sendo que se evidenciou valores de FMR superiores nos escolares que apresentaram valores espirométricos acima do predito, em comparação àqueles que não atingiram esses valores.

REFERÊNCIAS

1. Owen LS, Manley BJ, Davis PG, Doyle LW. The evolution of modern respiratory care for preterm infants. *Lancet*. 2017 Apr 22;389(10079):1649–59.
2. Aslan GK, Akinci B, Yeldan I, Okumus G. Respiratory muscle strength in patients with pulmonary hypertension: The relationship with exercise capacity, physical activity level, and quality of life. *Clin Respir J* [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2021 Feb 3];12(2):699–705 Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/crj.12582>
3. Veron HL, Antunes AG, Milanese J de M, Corrêa ECR. Implicações da respiração oral na função pulmonar e músculos respiratórios. *Rev CEFAC* [Internet]. 2016 Feb [cited 2021 Feb 3];18(1):242–51. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-18462016000100242&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
4. Heinzmann-Filho JP, Fagundes Donadio MV, Heinzmann-Filho JP, Donadio MVF. Teste de força muscular ventilatória: é viável em crianças jovens? *Rev Paul Pediatr* [Internet]. 2015 Sep [cited 2019 Jul 10];33(3):274–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0103058215000647>
5. Santos RC dos, Mucha FC, Almeida ACS, Itaborahy BDH, Schivinski CIS. Força muscular respiratória e desempenho no Modified Shuttle Walk Test em escolares com fibrose cística. *Fisioter e Pesqui* [Internet]. 2019 Jun [cited 2021 Feb 3];26(2):196–201. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-29502019000200196&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
6. Da Rosa G, Morcillo A, De Assumpção M, CIS S. Predictive equations for maximal respiratory pressures of children aged 7–10. *Brazilian J Phys Ther*. 2017;21:30–6.
7. Welsh L, Kathriachchige G, Raheem T, Grobler AC, Wake M, Ranganathan S. Lung function: population epidemiology and concordance in Australian children aged 11–12 years and their parents. *BMJ Open* [Internet]. 2019 Jul 4 [cited 2019 Jul 8];9(Suppl 3):53–62. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31273016>
8. Friedrich FO, Heinzmann-Filho JP, Birck MA, Pinto LA, Vidal PCV. Frequência de sucesso de pré-escolares e escolares com e sem sintomas respiratórios nos testes de função pulmonar. *Fisioter e Pesqui*. 2016 Jun;23(2):193–200.
9. Knihtilä H, Kotaniemi-Syrjänen A, Mäkelä MJ, Bondestam J, Pelkonen AS, Malmberg LP. Preschool oscillometry and lung function at adolescence in asthmatic children. *Pediatr Pulmonol*. 2015;50(12).
10. American Thoracic Society, European Respiratory Society. ATS/ERS Statement: Raised Volume Forced Expirations in Infants. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005 Dec;172(11):1463–71.
11. AL GB et. Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;200(8):70–e88.
12. Moore VC. Spirometry: Step by step. *Breathe* [Internet]. 2012 Mar 1 [cited 2021 Feb 3];8(3):233–40. Available from: <https://breathe.ersjournals.com/content/8/3/232>
13. The World Health Organization Quality of Life assessment (WHOQOL): position paper from the World Health Organization. *Soc Sci Med*. 1995;4:1403–9.

14. Solé D, Vanna AT, Yamada E, Rizzo MC, Naspitz CK. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) written questionnaire: validation of the asthma component among Brazilian children. *J Investig Allergol Clin Immunol* [Internet]. [cited 2019 Jul 9];8(6):376–82. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10028486>
15. Maçãira E de F, Algranti E, Stelmach R, Ribeiro M, Nunes M do PT, Mendonça EMC, et al. Determinação de escore e nota de corte do módulo de asma do International Study of Asthma and Allergies in Childhood para discriminação de adultos asmáticos em estudos epidemiológicos. *J Bras Pneumol* [Internet]. 2005 Dec [cited 2021 Feb 3];31(6):477–85. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132005000600004&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
16. Polgar G, Weng TR. The functional development of the respiratory system from the period of gestation to adulthood. *Am Rev Respir Dis* [Internet]. 1979 Sep [cited 2019 Jul 9];120(3):625–95. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/384853>
17. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol* [Internet]. 2002;28(Supl 3):155–65. Available from: http://www.jornaldepneumologia.com.br/PDF/Suple_137_45_88_Pressões_respiratórias_estáticas_máximas.pdf
18. Beydon N, Davis SD, Lombardi E, Allen JL, Arets HGM, Aurora P, et al. An Official American Thoracic Society/ European Respiratory Society Statement: Pulmonary Function Testing in Preschool Children. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2007 Jun 15 [cited 2019 Jul 9];175(12):1304–45. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17545458>
19. Domènech-Clar R, López-Andreu JA, Compte-Torrero L, De Diego-Damiá A, Macián- Gisbert V, Perpiñá-Tordera M, et al. Maximal static respiratory pressures in children and adolescents. *Pediatr Pulmonol* [Internet]. 2003 Feb 1 [cited 2021 Feb 3];35(2):126–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12526074/>
20. Shin H iee, Kim DK, Seo KM, Kang SH, Lee SY, Son S. Relation between respiratory muscle strength and skeletal muscle mass and hand grip strength in the healthy elderly. *Ann Rehabil Med* [Internet]. 2017 Aug 1 [cited 2021 Feb 3];41(4):686–92. Available from: [/ pmc/articles/PMC5608677/?report=abstract](http://pmc/articles/PMC5608677/?report=abstract)
21. Mohamed AA, Alawna M. Role of increasing the aerobic capacity on improving the function of immune and respiratory systems in patients with coronavirus (COVID-19): A review. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev*. 2020 Jul 1;14(4):489–96.
22. Pereira CA de C. Difference between slow vital capacity and forced vital capacity in the diagnosis of airflow limitation [Internet]. Vol. 46, *Jornal Brasileiro de Pneumologia. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia*; 2020 [cited 2021 Feb 3]. p. 1–3. Available from: <https://doi.org/10.1590/1806-3713/e20180328>
23. Calvo A, Vasta R, Moglia C, Matteoni E, Canosa A, Mattei A, et al. Prognostic role of slow vital capacity in amyotrophic lateral sclerosis. *J Neurol* [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2021 Feb 3];267(6):1615–21. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00415-020-09751-1>
24. Minsky RC, Scalco JC, Rebelo Silva Meira R, Bobbio TG, Schivinski CIS. Which factors can influence the number of forced expiratory maneuvers on spirometry in schoolchildren? *Int J Clin Pract* [Internet]. 2021 Jan 19 [cited 2021 Feb 3];e14028. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijcp.14028>
25. Vural M, Özdağ M, Pancar Z. Effects of inspiratory muscle training on respiratory functions and respiratory muscle strength in Down syndrome: A preliminary study. *Isokinet Exerc Sci*. 2019 Jan 1;27(4):283–8.
26. Fauroux B, Griffon L, Amaddeo A, Stremmer N, Mazenq J, Khirani S, et al. Respiratory management of children with spinal muscular atrophy (SMA). Vol. 27, *Archives de Pédiatrie. Elsevier Masson s.r.l.*; 2020. p. 7S29–34.