

DESEMPENHO FUNCIONAL NO TESTE MODIFICADO DE SHUTTLE EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM FIBROSE CÍSTICA

Functional performance in the modified shuttle test in children and adolescents with cystic fibrosis

Luanna Rodrigues Leite^a , Karen Caroline Vasconcelos Queiroz^a ,
Cristiane Cenachi Coelho^b , Alberto Andrade Vergara^b ,
Márcio Vinícius Fagundes Donadio^c , Evanirso da Silva Aquino^{a,*} 

RESUMO

Objetivo: Avaliar os fatores que estão associados ao desempenho de crianças e adolescentes com fibrose cística (FC) no teste modificado de Shuttle (MST) e compará-los com os de crianças e adolescentes saudáveis.

Métodos: Estudo de corte transversal com crianças e adolescentes divididos em dois grupos: grupo controle (GC) e grupo FC (GFC). As variáveis avaliadas no MST foram: distância caminhada, nível do teste, variação da frequência cardíaca (ΔFc), pressão arterial média pós-teste (PAMPt) e variação da saturação periférica de oxigênio (ΔSpO_2). Na análise dos dados, foram utilizados o Teste Mann-Whitney e o coeficiente de Spearman, sendo significante $p < 0,05$.

Resultados: Avaliaram-se 60 indivíduos (6–16 anos). Os grupos foram homogêneos em relação aos dados antropométricos. Foi observada diferença significativa na frequência cardíaca basal (FcB), na frequência cardíaca de pico (FcP), na ΔFc , na frequência cardíaca de recuperação (FcR), na frequência respiratória pós-teste (FRPt), na saturação periférica de oxigênio basal (SpO_2B) e no nível do teste. A ΔFc e a PAMPt tiveram correlação moderada positiva (respectivamente, $r=0,6 / p < 0,001$; $r=0,6 / p < 0,001$) com a distância caminhada e o nível do teste em ambos os grupos. No GFC o nível do teste teve associação ($r=0,4 / p=0,02$) com a porcentagem do predito do volume expiratório forçado do primeiro segundo ($\%VEF_1$).

Conclusões: Crianças e adolescentes com FC apresentaram limitação funcional no teste modificado de Shuttle, influenciada pela função pulmonar.

Palavras-chave: Teste de esforço; Fibrose cística; Aptidão cardiorespiratória; Fenômenos fisiológicos respiratórios.

ABSTRACT

Objective: To evaluate factors associated with the performance of children and adolescents with cystic fibrosis (CF) in the Modified Shuttle Test (MST) and compare it with healthy children and adolescents.

Methods: This is a cross-sectional study, with children and adolescents divided into two groups: cystic fibrosis (CFG) and control (CG). Variables evaluated in the MST: walking distance, test level, heart rate variation (ΔHr), post-test mean arterial pressure (MAP Pt) and peripheral oxygen saturation variation (ΔSpO_2). Statistical analysis included Mann Whitney and Spearman coefficient tests, being significant $p < 0.05$.

Results: Sixty individuals aged 6-16 years old were evaluated. Anthropometric data was similar between groups. Differences between groups were shown for: baseline heart rate (BHR), peak heart rate (PHr), ΔHr , recovery heart rate (RHr), post-test respiratory rate (PtBr), saturation variables, peripheral oxygen level (SpO_2B) and level test. The ΔHr and MAP Pt had a moderate positive correlation with distance and level test for both groups (respectively: $r=0.6 / p < 0.001$; $r=0.6 / p < 0.001$). In CFG, the level test had a significant association ($r=0.4 - p=0.02$) with $\%FEV_1$.

Conclusions: Children with cystic fibrosis presented functional limitation in the Modified Shuttle Test, which was influenced by lung function.

Keywords: Exercise test; Cystic fibrosis; Cardiorespiratory fitness; Respiratory physiological phenomena.

*Autor correspondente. E-mail: evanirso-aquino@uol.com.br (E.S. Aquino).

^aPontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Campus Betim, Betim, MG, Brasil.

^bRede Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais – FHEMIG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

^cPontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

Recebido em 20 de setembro de 2019; aprovado em 19 de janeiro de 2020; disponível on-line em 04 de agosto de 2020.

INTRODUÇÃO

A fibrose cística (FC) é uma doença com caráter genético de herança autossômica recessiva e acometimento sistêmico.¹ As suas principais complicações são as alterações gastrointestinais, a insuficiência pancreática e a infecção pulmonar grave, que afeta mais de 95% dos pacientes.^{1,2} As complicações pulmonares normalmente determinam o prognóstico final da doença.¹ As principais consequências dos efeitos sistêmicos da FC estão relacionadas à intolerância ao exercício,³ e diferentes aspectos como a desnutrição, a disfunção ventricular, a limitação do fluxo de ar, o descondiçãoamento e a hipoxemia colaboram para a limitação da capacidade de exercício nesses indivíduos.⁴

A avaliação da capacidade funcional dos pacientes com FC é eficiente para definir o prognóstico e mensurar os efeitos da doença nas atividades cotidianas. A capacidade ao exercício pode ser avaliada por testes de laboratório e testes de campo, como o teste modificado de Shuttle (MST)⁵, que tem 15 níveis. Os participantes devem caminhar (ou correr). O protocolo original desse teste contém 12 níveis e foi descrito por Singh et al.⁶ O MST comporta-se como um teste máximo para a maioria dos pacientes e permite ao examinador avaliar as respostas fisiológicas do indivíduo com FC durante o exercício.^{7,8} A sobrecarga imposta no sistema cardiorrespiratório durante a aplicação desse teste pode evidenciar alterações fisiopatológicas ligadas à doença que não são identificáveis por testes de função pulmonar.⁹

Vários estudos foram feitos com o teste de Shuttle de 12 níveis para acompanhar a população com FC,^{7,8,10} no entanto são escassos os trabalhos que avaliam quais fatores estão relacionados ao desempenho cardiorrespiratório no MST e quais deles podem estar ligados com a piora do desempenho em pacientes com FC. Assim, com base nessas informações, o presente estudo teve o objetivo de comparar a sobrecarga cardiorrespiratória entre crianças e adolescentes com FC e indivíduos saudáveis, além de avaliar os fatores associados ao desempenho no MST.

MÉTODO

Estudo transversal aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética 54142716.8.3001.5119) e pelo CEP da Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais (FHEMIG) (1.753.013).

Foram selecionados crianças e adolescentes com FC que não apresentassem exacerbação pulmonar, acompanhadas no Hospital Infantil João Paulo II (HIJPII), da FHEMIG, em Belo Horizonte, e crianças e adolescentes saudáveis estudantes de escolas públicas. Os participantes foram pareados de acordo com sexo e idade. A pesquisa teve seu início após a obtenção dos termos de consentimento e assentimento assinados pelos

responsáveis e participantes, respectivamente. Para ambos os grupos, foram levados em conta critérios de exclusão no teste de esforço: instabilidade hemodinâmica, alterações significativas na frequência cardíaca e pressão arterial, problemas ortopédicos, neurológicos ou reumatológicos. No grupo de crianças saudáveis, excluíram-se aqueles que apresentassem problemas respiratórios apontados pelo questionário Estudo Internacional de da Asma e Alergias na Infância (ISAAC), instrumento validado, reprodutível e considerado de fácil aplicabilidade, traduzido para o português do Brasil.¹¹

Foram definidas duas variáveis resposta: a distância caminhada e o nível alcançado no teste, e ambos se referem ao desempenho funcional. Como covariáveis, apontaram-se: variação da frequência cardíaca (ΔFc), pressão arterial pós-teste (PAMPt) e variação da saturação periférica de oxigênio (ΔSpO_2).

A função pulmonar foi avaliada nos dois grupos, de acordo com as diretrizes da American Thoracic Society (ATS).¹² Volume expiratório forçado do primeiro segundo (VEF_1), capacidade vital forçada (CVF) e VEF_1/CVF foram as variáveis estudadas, obtidas de acordo com as curvas de fluxo-volume expiratório máximo por meio de um espirômetro Jaeger FlowPro (Erich Jaeger GmbH, Alemanha). Os resultados foram apresentados em porcentagem dos valores normais previstos, conforme as equações de referência.¹³

Foi utilizado o protocolo adaptado de 15 níveis do teste de Shuttle, descrito por Bradley et al.,¹⁴ seguindo as diretrizes propostas pela ATS e pela European Respiratory Society.¹⁵ O teste aplicado foi feito em um corredor de 10 m delimitado por cones. As crianças e os adolescentes foram orientados a caminhar ou correr, mantendo a velocidade imposta por sinais sonoros. Ao início da caminhada, a velocidade foi de 0,5 m/s, com aumento de 0,17 m/s a cada minuto. O aumento de velocidade foi dado por meio de um bipe triplo. Os critérios de interrupção do teste foram: indivíduo atingir a frequência cardíaca (Fc) máxima, não conseguir completar o percurso no tempo delimitado por duas vezes seguidas, ter dispnéia intensa, apontar dor no peito ou nas pernas, exibir aparência pálida, ter saturação de oxigênio menor que 85%. Saturação periférica de oxigênio (SpO_2) e Fc foram mensuradas constantemente durante o teste, e frequência respiratória (Fr), pressão arterial (PA) e escala modificada de Borg¹⁶ foram avaliadas antes e depois do teste. Foram aplicados dois MST em cada participante, com pelo menos 30 minutos de intervalo entre ambos, desde que os dados vitais retornassem aos valores basais. A maior distância percorrida, ou seja, o melhor teste, foi considerada para a análise. Caso houvesse necessidade, seria ofertado oxigênio, conforme recomendação.¹⁷ Os dois testes foram acompanhados e conduzidos pelo mesmo avaliador.¹⁰ Ao fim de cada nível, os voluntários foram comunicados para ir um pouco mais rápido.¹⁴

Durante o teste, a monitorização da F_c foi realizada por intermédio de um sensor cardíaco, que transmitiu o dado para um relógio de pulso (Polar Electro Oy, Model 90440, Kempele, Finlândia). A SpO_2 foi mensurada por oximetria de pulso (Nonin Medical, INC Model 9500 Finger Pulse Oximeter, Estados Unidos).

O cálculo amostral realizado para a comparação entre os grupos no programa GPower 3.1 considerou poder de 90%, erro alfa de 0,05 e tamanho de efeito de 0,80. Assim, o tamanho da amostra em cada grupo foi estimado em 28 sujeitos.¹⁸

A análise estatística foi realizada por meio do *software* Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 22.0. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk, demonstrando distribuição assimétrica. Diante disso, os dados foram expressos em mediana e intervalo interquartil, e utilizaram-se testes não paramétricos. Para a comparação entre os grupos foi aplicado o teste de Mann-Whitney. Para a correlação das variáveis de desempenho do MST com as covariáveis, empregou-se o coeficiente de Spearman. Em todas as análises a significância adotada foi 0,05.

RESULTADOS

Foram avaliados 60 indivíduos distribuídos em dois grupos de forma homogênea: grupo controle (GC) e grupo FC (GFC). A mediana de idade dos participantes foi de 10,5 anos, dos quais 60% eram do sexo masculino. No GFC, 23,5% foram classificados como eutróficos, 60% desnutridos (baixo peso) e 16,5% com sobrepeso. Já no GC, 30% eram eutróficos, 43,3% apresentavam baixo peso e 26,7% sobrepeso. Não houve diferença estatística entre os grupos avaliados em relação aos dados antropométricos. No GFC, a mutação genética e as colonizações bacterianas mais frequentes foram: 508del heterozigoto, em 53%, e *Staphylococcus aureus*, em 70% dos pacientes (Tabela 1). A doença pulmonar dos indivíduos foi classificada de acordo com o valor do VEF_1 do seguinte modo:

- 33,5%: leve.
- 30%: moderada.
- 10%: grave.
- 26,5%: não apresentavam doença pulmonar.⁸

O comportamento da F_c no teste está apresentado na Figura 1. Essa variável apresentou comportamento linear semelhante em ambos os grupos, porém observou-se que a frequência cardíaca basal (F_{cB}) foi maior no GFC, e a frequência cardíaca pico (F_{cP}) foi mais elevada no GC. A frequência cardíaca de recuperação (F_{cR}) foi expressa pela diferença da F_{cP} pela frequência cardíaca aos 2 minutos pós-teste (F_{c2Pt}).

Na comparação entre os grupos, constatou-se que houve diferenças estatisticamente significativas nas variáveis F_{cB} , F_{cP} , ΔF_c , F_{cR} , frequência respiratória pós-teste (FRPt), saturação

periférica de oxigênio basal (SpO_2B) e nível alcançado (Tabela 2). O GC apresentou sobrecarga cardíaca 7% maior quando comparado ao GFC. A distância percorrida também indicou diferença estatística entre os grupos (Figura 2) ($p=0,0001$). O GFC exibiu redução de 35% na distância caminhada em relação ao GC.

As correlações entre as variáveis de desempenho e as covariáveis estudadas estão na Tabela 3. Viu-se que a ΔF_c e a PAMPt, respectivamente, tiveram correlação moderada positiva e significativa com a distância ($r=0,6$ e $p<0,001$; $r=0,6$ e $p<0,001$) e o nível do teste ($r=0,6$ e $p<0,001$; $r=0,6$ e $p<0,001$) em ambos os grupos. Nos dois grupos estudados, a PAMPt elevou-se quando os indivíduos alcançavam níveis e distâncias caminhadas maiores no teste. Quanto melhor o desempenho funcional, maior foi a sobrecarga cardiorrespiratória imposta aos indivíduos. A ΔSpO_2 apresentou correlação moderada e significativa com a distância caminhada nos dois grupos avaliados. Quanto maior a distância alcançada pelo GFC, maior foi a variação da saturação ($r=0,4$; $p=0,04$). No GC, quanto menor foi a variação da saturação durante o teste, maior foi o desempenho funcional ($r=-0,4$; $p=0,04$).

Em ambos os grupos também foi avaliada a associação entre as variáveis de desempenho e a função pulmonar dos participantes. O nível alcançado apresentou correlações positivas moderadas com o percentual do preditor do VEF_1 no GFC e GC ($r=0,4$ e $p=0,02$; $r=0,5$ e $p=0,00$), respectivamente. As correlações entre a porcentagem do preditor da capacidade vital forçada (%CVF) e as variáveis respostas nos dois grupos foram moderadas, positivas e significativas, tanto para a distância (GFC e GC: $r=0,4$ e $p=0,02$) quanto para o nível alcançado (GFC: $r=0,4$ e $p=0,03$; GC: $r=0,4$ e $p=0,02$).

DISCUSSÃO

Os principais achados deste estudo mostraram que os fatores associados ao melhor desempenho no teste foram ΔF_c , PAMPt e ΔSpO_2 em ambos os grupos. Além disso, no GFC a função pulmonar esteve intimamente relacionada ao desempenho no teste. O impacto da doença pulmonar relaciona-se com a piora funcional no MST de crianças com FC, resultando em menor distância percorrida, quando estas são comparadas com indivíduos saudáveis.

O presente trabalho apontou que o MST provocou aumento da F_c em ambos os grupos. Aqui, aplicou-se o teste de Shuttle de 15 níveis, no qual, além de caminhar, o participante pode correr. Tal fato pode ter contribuído para a maior elevação da F_c , como observado por Lanza et al.¹⁰ Da mesma forma, outro estudo⁵ avaliou adolescentes com FC por meio do teste de caminhada dos 6 minutos (TC6') e MST e concluiu que no MST a sobrecarga cardíaca imposta foi maior se comparada ao TC6' e que, portanto, esse teste é uma boa opção para o planejamento

Tabela 1 Condições genéticas e respiratórias do grupo fibrose cística.

n	Genética	Colonização	Função pulmonar		
			CVF%	VEF ₁ %	VEF ₁ /CVF%
1	508del, 508del	<i>Staphylococcus aureus</i>	71,3	65	99,9
2	508del, 508del	<i>Staphylococcus aureus</i>	65,6	46,2	77,1
3	R1162X, 508del	<i>Staphylococcus aureus</i>	63,6	47,6	82,3
4	508del, 508del	<i>Staphylococcus aureus</i>	104	97,4	93,3
5	G85E, 508del	<i>Staphylococcus aureus</i>	95,8	89,2	97,5
6	508del, 508del	<i>Staphylococcus aureus</i>	65,6	46,2	77,1
7	508del, c.695T>A	<i>Staphylococcus aureus</i>	92,5	82,2	76,75
8	N1303K,508del	<i>Staphylococcus aureus</i>	92,6	80,8	96,6
9	p.lle506del, heterozigoto não identificado*	<i>Staphylococcus aureus</i>	84,7	69,8	91,6
10	c.1116+1G>A, 508del	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	61,9	49	85,9
11	508del, 1624G>T	<i>Haemophilus influenzae</i>	124,4	113,2	99,2
12	c.695T>A, c3745G>C	<i>Staphylococcus aureus</i>	111,6	95,1	89,6
13	508del, 508del	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	93,2	88,3	102,1
14	1248+1G>A, 508del	<i>Staphylococcus aureus</i>	99,3	90,6	100
15	508del, 508del	<i>Staphylococcus aureus</i>	89,0	82,2	97,1
16	c.1624G>T, c.1680-1G>A	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	33,7	31,6	93
17	508del, c3484C>T	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	58,2	45,6	84,8
18	508del,3120+1GA	<i>Staphylococcus aureus</i>	83	69,7	89,2
19	508del, 2184insA	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	76,2	55,4	80,2
20	508del, c.2051_2052	<i>Staphylococcus aureus</i>	98,3	88,4	96,7
21	508del, c.11C>A	<i>Pseudomonas aeruginosa mucoide</i>	49,9	34,1	70,5
22	508del, G85E	<i>Haemophilus influenzae</i>	78,7	74,2	100,5
23	508del, R1066C	<i>Staphylococcus aureus</i>	72,2	60,3	88,4
24	508del, 3120+1G>A	<i>Staphylococcus aureus</i>	90,9	76,6	84
25	R1066C, 508del	<i>Staphylococcus aureus</i>	76,5	71,3	102,74
26	508del, c.4124A>C	<i>Staphylococcus aureus</i>	102	89,9	92,8
27	508del, c.3717G>A	<i>Staphylococcus aureus</i>	135,9	111,0	81,9
28	508del, 508del	<i>Staphylococcus aureus</i>	69,3	73,4	110,4
29	508del, c.1682C>A	<i>Staphylococcus aureus</i>	90,3	90,1	97,9
30	508del, 508del	MRSA	44,7	23,3	55

n: número de indivíduos; CVF%: porcentagem do predito capacidade vital forçada; VEF₁%: porcentagem do predito volume expiratório forçado do primeiro segundo; VEF₁/CVF%: porcentagem do predito índice de Tiffeneau; *dois testes do suor alterados com íons cloro >60 mmol/L; MRSA: *Staphylococcus aureus* resistente à metilina.

de intervenções e programas de recondicionamento e reabilitação de crianças e adolescentes com FC.

Um critério destinado a avaliar as respostas fisiológicas do sistema cardiopulmonar ao exercício é o comportamento da F_C.^{5,19} De acordo com os resultados, observaram-se maior sobrecarga cardíaca e melhor desempenho no teste do GC. Por essa razão, a ΔF_C foi maior nos indivíduos saudáveis. Aliado a isso, foi constatado que a população com FC apresentou maior FcB e menor FcR em relação ao GC.

Florêncio et al.²⁰ estudaram a ΔF_C em 25 crianças e adolescentes com FC e compararam seus resultados com os de crianças saudáveis. Eles utilizaram em sua pesquisa o TC6⁷ e verificaram menor taxa de recuperação da Fc no GFC comparado ao GC. Além disso, os indivíduos com FC obtiveram FcB maior. A justificativa para isso, segundo os autores, é que indivíduos com FC apresentaram maior impulso simpático, além de alteração do padrão respiratório, maior demanda da respiração e aumento das catecolaminas circulantes.²⁰ Oliveira e Santos²¹ citam que o aumento do gasto

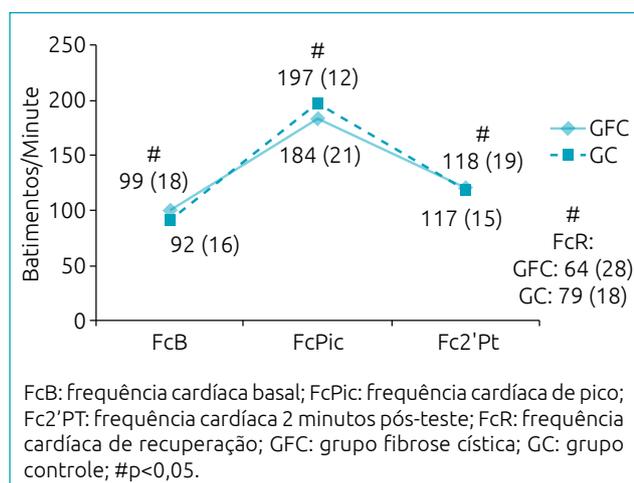


Figura 1 Comportamento da frequência cardíaca no teste modificado de Shuttle.

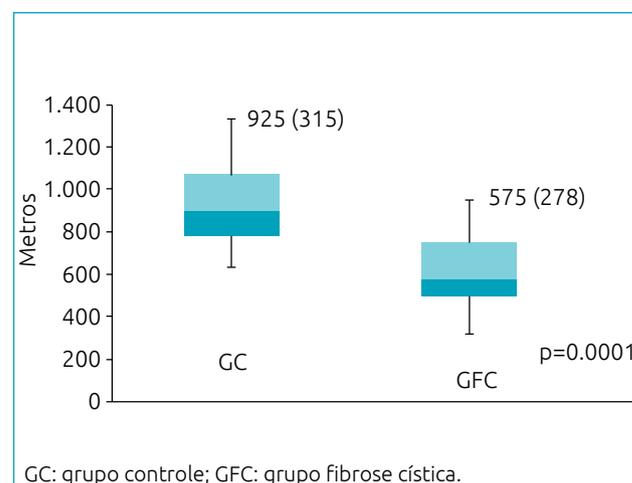


Figura 2 Distância caminhada: grupo controle e grupo fibrose cística.

Tabela 2 Comparação das variáveis do teste modificado de Shuttle entre os grupos controle e fibrose cística.

	GC	GFC	p-valor
	Mediana (intervalo interquartil)	Mediana (intervalo interquartil)	
FcB	92 (16)	99 (18)	0,035
FcP	196 (11)	183,5 (21)	<0,001
Δ Fc	101,5 (19)	79 (28)	<0,001
FcR	79 (18)	64 (28)	0,04
FRPt	44 (8)	40 (9)	0,001
PAMPt	80 (20)	80 (10)	0,806
Δ SpO ₂	-0,5 (2)	-2 (7)	0,035
BorgPt	8 (6)	5 (5)	0,577
Nível	12 (2)	9 (2)	<0,001

GC: grupo controle; GFC: grupo fibrose cística; FcB: frequência cardíaca basal; FcP: frequência cardíaca de pico; Δ Fc: variação da frequência cardíaca; FcR: frequência cardíaca de recuperação; FRPt: frequência respiratória pós-teste; PAMPt: pressão arterial média pós-teste; Δ SpO₂: variação da frequência cardíaca; BorgPt: Borg pós-teste.

Tabela 3 Fatores associados ao desempenho no teste modificado de Shuttle.

	GC (n=30)				GFC (n=30)			
	Nível		Distância		Nível		Distância	
	r	p-valor	r	p-valor	r	p-valor	r	p-valor
Δ Fc	0,6	<0,001	0,6	<0,001	0,6	<0,001	0,6	<0,001
PAMPt	0,6	0,001	0,6	<0,001	0,6	0,001	0,6	<0,001
Δ SpO ₂	-0,3	0,115	-0,4	0,04	-0,3	0,115	0,4	0,04

GC: grupo controle; GFC: grupo fibrose cística; Δ Fc: variação da frequência cardíaca; PAMPt: pressão arterial média pós-teste; Δ SpO₂: variação da saturação periférica de O₂; r: correlação de Spearman.

energético de repouso faz com que esses pacientes aumentem a Fc em decorrência de processos inflamatórios ocasionados por aumento da circulação de citocinas pró-inflamatórias.

Ketchell et al.²² desenvolveram um grande estudo longitudinal com 146 pacientes na fila de espera de transplante pulmonar. Esses pacientes foram avaliados por meio do teste de Shuttle

de 12 níveis e TCG⁷. Houve maior mortalidade no grupo em que os pacientes tinham FcB maior que 120 bpm, avaliada no teste de Shuttle. Tais pacientes apresentaram risco de óbito até 500 dias após a avaliação no teste. Outro achado importante é que o risco de morte diminuiu ao longo do tempo, quando os pacientes apresentavam FcB menores.²²

A recuperação eficiente da Fc é considerada marcador de aptidão física e prognóstico favorável no acompanhamento dos pacientes com FC.^{23,24} Um estudo feito com 2.193 pacientes nos Estados Unidos mostrou que F_CR menor que 22 bpm após dois minutos de cessação do exercício está relacionada ao maior risco de morte em indivíduos acometidos por FC.²⁴ Por essa razão, avaliou-se a FcR tanto no GC quanto no GFC no segundo minuto pós-teste. Os achados do presente estudo ilustram que em ambos os grupos a Fc teve recuperação favorável no pós-teste, no entanto os indivíduos com FC tiveram recuperação menor se comparados aos saudáveis.

A PA média é uma medida indireta que engloba a PA sistólica e diastólica. A PA das crianças e adolescentes tem comportamento semelhante à de adultos, com valores proporcionais à idade e intensidade do exercício.²⁵ No presente estudo foi observado que a PAMPt teve associação direta com o desempenho funcional no teste em ambos os grupos examinados. Uma pesquisa brasileira associou o aumento da PA sistólica com o aumento da intensidade do exercício.²⁵ Este estudo mostrou resultado parecido, uma vez que com o aumento da distância caminhada e da intensidade do teste houve aumento da PAMPt.

No que concerne à SpO₂, observou-se que essa variável também apresentou associação com o desempenho nos dois grupos. No GFC, quanto maior o desempenho avaliado por meio da distância caminhada, maior foi a taxa de dessaturação de oxigênio, mostrando que a sobrecarga imposta no sistema respiratório interferiu diretamente na queda da saturação. A dessaturação de O₂ no exercício na população com FC pode ocorrer em função do prejuízo da função pulmonar desencadeada pela doença. O aumento do esforço demanda maior resposta ventilatória, porém, como há comprometimento pulmonar, as trocas gasosas são ineficientes, havendo incompatibilidade da relação ventilação-perfusão e redução na difusão de gases.²⁶ Vallier et al.²⁷ compararam as respostas fisiológicas do teste de exercício cardiopulmonar (bicicleta ergométrica) com o MST e concluíram que o teste de Shuttle é a melhor escolha para detectar queda de SpO₂ no exercício em pacientes com FC. Isso é explicado porque esse teste é representativo de atividades de vida diária, com maior massa muscular envolvida na caminhada ou corrida rápida. Outros autores citam que a SpO₂ é uma variável importante para determinar a condição clínica do paciente com FC, pois a resposta da Fc e da SpO₂ está associada à gravidade da doença.¹⁷

No que diz respeito à distância caminhada, o GFC apresentou pior desempenho em relação ao GC. Tal situação pode ter ocorrido pela limitação ao exercício, frequente nessa população.^{6,7,26} No presente estudo, os resultados encontrados da distância percorrida tanto para o GFC quanto para o GC exibiram comportamento semelhante ao encontrado no estudo de Bladley⁸, que aplicou o mesmo protocolo de teste.

A redução da função pulmonar é uma das principais consequências das comorbidades provocadas pela FC. No presente

estudo, observou-se que no GFC, quanto maiores os valores de VEF₁ e CVF, maior a distância caminhada no MST. Queda da função pulmonar impactou diretamente na capacidade funcional avaliada por meio do MST. Estudos prévios com a população de pacientes com FC mostraram resultados semelhantes.⁶ Doleman et al.²⁸ analisaram 127 indivíduos com FC por meio da função pulmonar e MST e encontraram achados semelhantes aos resultados do presente trabalho, uma vez que apontaram que a diminuição de 1% na função pulmonar impactou em 15 metros a menos na distância caminhada no teste. Klijn et al.²⁹ confirmam esse achado, pois relatam que o desempenho no exercício aeróbico de pacientes com FC está relacionado com declínio na função pulmonar e no estado nutricional, o que impacta diretamente na distância caminhada.

O peso correto e a massa muscular normal estão diretamente ligados a um crescimento adequado e à boa função pulmonar em pacientes com FC. A doença pulmonar muitas vezes pode vir acompanhada de declínio nutricional.³⁰ Apesar disso, no presente estudo, não foi encontrada diferença entre as variáveis antropométricas do GC e do GFC. Isso pode ter ocorrido pelo fato de existir associação direta do fator nutricional com a prova de função pulmonar. Aqui, 60% dos indivíduos com FC foram classificados com distúrbio leve ou sem distúrbio respiratório. Tais resultados vão ao encontro dos achados de Florêncio et al.,²⁰ que tinham em seu estudo um GFC com distúrbio pulmonar leve e não encontraram diferenças nos dados antropométricos entre crianças com FC e saudáveis.

O grau de comprometimento pulmonar dos pacientes com FC é uma limitação deste estudo, pois 60% tinham distúrbio leve ou não apresentaram distúrbio. Logo, uma população com o perfil estratificado pelo grau do comprometimento pulmonar poderia aumentar a inferência das associações. Além disso, por ter um desenho transversal, o estudo não permite que se estabeleça relação de causa e efeito; para tal, deveria ser analisada uma coorte longitudinal.

Concluiu-se que os pacientes com FC exibem maior limitação funcional e cardíaca, avaliada pelo MST, em comparação aos indivíduos saudáveis e que os fatores associados ao desempenho foram semelhantes em ambos os grupos. As variáveis antropométricas não interferiram no desempenho dos grupos, e a função cardiopulmonar influenciou diretamente a capacidade funcional dos indivíduos com FC.

Financiamento

O estudo recebeu financiamento do Fundo de Iniciação a Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Projeto número: FIP 2016/11099-S2.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

REFERÊNCIAS

- Coelho CC, Aquino ES, Almeida DC, Oliveira GC, Pinto RC, Rezende IM, et al. Comparative analysis and reproducibility of the modified shuttle walk test in normal children and in children with cystic fibrosis. *J Bras Pneumol*. 2007;33:168-74. <https://doi.org/doi.org/10.1590/s1806-37132007000200011>
- Sabharwal S. Gastrointestinal manifestation of cystic fibrosis. *Gastroenterol Hepatol (N Y)*. 2016;12:43-7.
- Ward N, White D, Rowe H, Stiller K, Sullivan T. Physical activity levels of patients with cystic fibrosis hospitalised with an acute respiratory exacerbation. *Respir Med*. 2013;107:1014-20. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2013.03.002>
- Almajed A, Lands LC. The evolution of exercise capacity and its limiting factors in cystic fibrosis. *Paediatr Respir Rev*. 2012;13:195-9. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2012.01.001>
- Saglam M, Vardar-Yagli N, Savci S, Inal-Ince D, Aribas Z, Bosnak-Guclu M, et al. Six minute test versus incremental shuttle walk test in cystic fibrosis. *Pediatr Int*. 2016;58:887-93. <https://doi.org/10.1111/ped.12919>
- Singh SJ, Morgan MDL, Scott S, Walters D, Hardman AE. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax*. 1992;47:1019-24. <https://doi.org/10.1136/thx.47.12.1019>
- Probst VS, Hernandez NA, Teixeira DC, Felcar JM, Mesquita RB, Gonçalves CG, et al. Reference values for the incremental shuttle walking test. *Respir Med*. 2012;106:243-8. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2011.07.023>
- Bradley JM, Kent L, O'Neill B, Nevill A, Boyle L, Elborn JS. Cardiorespiratory measurements during field tests in CF: use of an ambulatory monitoring system. *Pediatr Pulmonol*. 2011;46:253-60. <https://doi.org/10.1002/ppul.21360>
- Smith L, Reilly CC, MacBean V, Jolley CJ, Elston C, Moxham J, et al. Physiological markers of exercise capacity and lung disease severity in cystic fibrosis. *Respirology*. 2017;22:714-20. <https://doi.org/10.1111/resp.12954>
- Lanza FC, Zagatto EP, Silva JC, Selman JP, Imperatori TB, Zanatta DJ, et al. Reference equation for the incremental shuttle walk test in children and adolescents. *J Pediatr*. 2015;167:1057-61. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.07.068>
- Pastorino AC. Estudo da prevalência de asma e doenças alérgicas, da sensibilização a aeroalérgenos e da exposição a fatores de risco em escolares de 13-14 anos na região oeste da cidade de São Paulo [PhD thesis]. São Paulo (SP): USP; 2000.
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26:319-38. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00034805>
- Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, Baur X, Hall GL, Culver B, et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95 year age range: the global lung function equations. *Eur Respir J*. 2012;40:1324-43. <https://doi.org/10.1183/09031936.00080312>
- Bradley J, Howard J, Wallace E, Elborn S. Reliability, repeatability, and sensitivity of the modified shuttle test in adult cystic fibrosis. *Chest*. 2000;117:1666-71. <https://doi.org/10.1378/chest.117.6.1666>
- Singh SJ, Puhan MA, Adrianopoulos V, Hernandez NA, Mitchell KE, Hill CJ, et al. An official systematic review of the European Respiratory Society/ American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J*. 2014;44:447-78. <https://doi.org/10.1183/09031936.00150414>
- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14:377-81.
- Holland AE, Spruit MA, Troosters T, Purran MA, Pepin V, Saey D, et al. An official European Respiratory Society/ American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J*. 2014;44:1428-46. <https://doi.org/10.1183/09031936.00150314>
- Beck TW. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. *J Strength Cond Res*. 2013;27:2323-37. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318278eea0>
- Lima JR, Oliveira TP, Ferreira AJ. Post-exercise cardiovascular autonomic recovery: Review of the underlying autonomic mechanisms and clinical and sports relevance. *Motricidade*. 2012;8:419-30.
- Florêncio R, Fregonezi G, Brilhante S, Borghi-Silva A, Dias F, Resqueti V. Heart Rate Variability at rest and after the 6-minute walk test (6MWT) in children with cystic fibrosis. *Braz J Phys Ther*. 2013;17:419-26. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000109>
- Oliveira CF, Santos MJ. Fibrose cística e suporte nutricional no adulto. *Rev Hosp UERJ*. 2011;10:132-9.
- Ketchell RI, Roughton M, Agent P, Gyi K, Hodson ME. Predicting survival in end-stage cystic fibrosis. *Respir Med*. 2009;103:1441-7. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2009.04.025>
- Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer M. Heart-Rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med*. 1999;341:1351-7. <https://doi.org/10.1056/NEJM199910283411804>
- Shelter K, Marcus R, Froelicher VF, Vora S, Kalisetti D, Prakash M, et al. Heart rate recovery: validation and methodologic issues. *J Am Coll Cardiol*. 2001;38:1980-7. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(01\)01652-7](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(01)01652-7)
- Silva OB, Saraiva LC, Sobral Filho DC. Teste ergométrico em crianças e adolescentes: maior tolerância ao esforço com o protocolo em rampa. *Arq Bras Cardiol*. 2007;79:391-7. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2007001800007>
- Wheatley CM, Foxx-Lupo WT, Cassuto NA, Wong EC, Daines CL, Morgan WJ, et al. Impaired lung diffusing capacity for nitric oxide and alveolar capillary membrane conductance results in oxygen desaturation during exercise in patients with cystic fibrosis. *J Cyst Fibros*. 2011;10:45-53. <https://doi.org/10.1016/j.jcf.2010.09.006>

27. Vallier JM, Rouissi M, Mely L, Gruet M. Physiological responses of the modified shuttle test in adults with cystic fibrosis. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2016;36:288-92. <https://doi.org/10.1097/HCR.000000000000181>
28. Doeleman WR, Takken T, Bronsveld I, Hulzebos EH. Relationship between lung function and modified shuttle test performance in adult patients with cystic fibrosis: a cross-sectional, retrospective study. *Physiotherapy.* 2016;102:184-8. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.10.015>
29. Klijn PH, van der Net J, Kimpen JL, Helders PJ, van der Ent K. Longitudinal determinants of peak aerobic performance in children with cystic fibrosis. *Chest.* 2003;124:2215-9. <https://doi.org/10.1378/chest.124.6.2215>
30. Isa HM, Al-Ali LF, Mohamed AM. Growth assessment and risk factors of malnutrition in children with cystic fibrosis. *Saudi Med J.* 2016;37:293-8. <https://doi.org/10.15537/smj.2016.3.13476>