

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Medicina

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde

RITA DE CÁSSIA FALEIRO

**TESTE DE EXERCÍCIO CARDIOPULMONAR EM CRIANÇAS E
ADOLESCENTES
COM ASMA GRAVE REFRATÁRIA**

Belo Horizonte

2020

RITA DE CÁSSIA FALEIRO

**TESTE DE EXERCÍCIO CARDIOPULMONAR EM CRIANÇAS E
ADOLESCENTES
COM ASMA GRAVE REFRATÁRIA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Laura Maria de Lima
Belizário Facury Lasmar.

Coorientação: Prof^ª. Dr^ª. Eliane
Viana Mancuzzo

**Belo Horizonte
2020**

F187 Faleiro, Rita de Cássia.
Teste de exercício cardiopulmonar em crianças e adolescentes com asma grave refratária [recursos eletrônicos]. / Rita de Cássia Faleiro. - - Belo Horizonte: 2020.

64f.: il.

Formato: PDF.

Requisitos do Sistema: Adobe Digital Editions.

Orientador (a): Laura Maria de Lima Belizário Facury Lasmar.

Coorientador (a): Eliane Viana Mancuzzo.

Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.

Dissertação (mestrado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.

1. Asma. 2. Asma Induzida por Exercício. 3. Teste de Esforço. 4. Criança. 5. Adolescente. 6. Dissertação Acadêmica. I. Lasmar, Laura Maria de Lima Belizário Facury. II. Mancuzzo, Eliane Viana. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. IV. Título.

NLM: WF 555

Bibliotecário responsável: Fabian Rodrigo dos Santos CRB-6/2697



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

UFMG

ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA RITA DE CÁSSIA FALEIRO

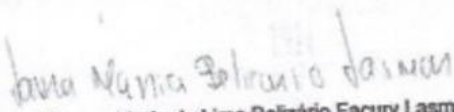
Realizou-se, no dia 20 de abril de 2020, às 09:00 horas, com transmissão eletrônica de videoconferência através da plataforma <https://zoom.us/jt-pt-meetings.htm>, pela a Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de dissertação, intitulada "TESTE CARDIOPULMONAR DO EXERCÍCIO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM ASMA GRAVE REFRATÁRIA", apresentada por RITA DE CÁSSIA FALEIRO, número de registro 2018655838, graduada no curso de FISIOTERAPIA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DA SAÚDE, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde-Saúde da Criança e do Adolescente perante a seguinte Comissão Examinadora formada pelos Professores Doutores: Laura Maria de Lima Belizário Facury Lasmar - Orientadora (UFMG), Eliane Viana Mancuzo - Coorientadora (UFMG), Álvaro Augusto Souza da Cruz Filho (UFBA) e Danielle Aparecida Gomes Pereira (UFMG).

A Comissão considerou a dissertação:

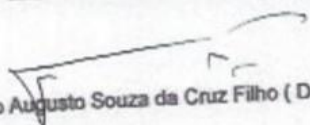
) Aprovada

) Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.
Belo Horizonte, 20 de abril de 2020.


Prof.ª Laura Maria de Lima Belizário Facury Lasmar (Doutor)

ELIANEMANCUZO
Prof.ª Eliane Viana Mancuzo (Doutor)


Prof. Álvaro Augusto Souza da Cruz Filho (Doutor)


Prof.ª Danielle Aparecida Gomes Pereira (Doutora)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

UFMG

FOLHA DE APROVAÇÃO

TESTE CARDIOPULMONAR DO EXERCÍCIO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES
COM ASMA GRAVE REFRATÁRIA

RITA DE CÁSSIA FALEIRO

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS DA SAÚDE - SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DA SAÚDE - SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE, área de concentração em CIÊNCIAS DA SAÚDE.

Aprovada em 20 de abril de 2020, pela banca constituída pelos membros:

Prof.ª Laura Maria de Lima Belizário Facury Lasmar - Orientadora

UFMG

ELIANEMANCUZO

Prof.ª Eliane Viana Mancuzo - Coorientadora

UFMG

Prof. Álvaro Augusto Souza da Cruz Filho

UFPA

Prof.ª Danielle Aparecida Gomes Pereira

UFMG

Belo Horizonte, 20 de abril de 2020.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por todas as oportunidades colocadas em meu caminho, “porque antes de tudo o Senhor já havia preparado esse dia pra mim”. Vem dEle o que sou, o que tenho e o que espero. À Nossa Senhora, minha mãezinha do céu, por me cobrir com Seu manto sagrado todos os dias, por renovar minha fé, minha força e me capacitar para esse dia.

À Prof^a Laura Maria de Lima Belizário Facury Lasmar, por me receber no Centro Multidisciplinar de Asma de Difícil Controle (CEMAD), por confiar no meu trabalho e por me conduzir nessa caminhada. À senhora, minha eterna gratidão e carinho.

À Prof^a Eliane Viana Mancuzo, minha coorientadora, por trazer paz, equilíbrio, soluções todas as vezes que nosso projeto encontrou dificuldades, por seu carinho, palavras amigas, disponibilidade, independentemente da situação.

À Prof^a Mônica Versiani Nunes Pinheiro de Queiroz, pelo carinho e auxílio nessa caminhada.

Ao grupo de Pneumologia Pediátrica, pela acolhida, aos residentes, pela parceria durante todos esses anos.

A toda a equipe de pesquisa, à fisioterapeuta Ludmila Quintino e ao Dr. Vinícius Ganen, pelos inúmeros dias de coletas, pelas risadas, por tornarem essa caminhada mais prazerosa. Ao Dr. Marco Antônio Soares Reis, por ter iniciado meus aprendizados no teste de exercício cardiopulmonar, e Dr^a. Maria Clara Noman, pela parceria. Aos professores do departamento de fisioterapia da UFMG, Prof^a. Fernanda de Cordoba Lanza e Prof. Luciano Fonseca Lemos de Oliveira, por chegarem e agregarem tantos conhecimentos, e o impulso necessário para terminarmos essa pesquisa.

A todas as mães, pais e familiares das crianças do CEMAD, por confiarem no meu trabalho, por me permitirem fazer parte da vida deles e de seus filhos. Às crianças e adolescentes do CEMAD, este trabalho só tem sentido por vocês, é por querermos melhorar sempre nossa assistência que este projeto foi desenvolvido. Levo em meu coração cada um de vocês sempre com muito carinho.

A minha mãe, por resignificar em mim todos os dias a palavra amor, por me fazer forte quando eu penso que não consigo mais. Ao meu pai, pela confiança que deposita em mim, por me fazer sentir amada só com o olhar. Ao meu irmão, por ser meu porto seguro, me apoiar e estar ao meu lado sempre. A toda a minha família, que sempre esteve ao meu

lado, principalmente a minha Vó Afonsina e minha Tia Marcília, por cuidarem da minha mãe, proporcionando-me concluir este sonho.

Aos meus amigos, por me apoiarem e incentivarem essa etapa da minha vida, por entenderem minha ausência e por estarem ao meu lado. À Mariana Pizani, por ter me ajudado diretamente neste projeto, por todas as manhãs e noites me ajudando no banco de dados, e à Letícia Gabriel, por me inserir na docência, por confiar e apostar tanto em mim.

Aos colegas de trabalho, pelas inúmeras trocas de plantão, por me ajudarem nos dias em que o cansaço falava mais alto.

Enfim, termino esse ciclo, cheia de gratidão, pois com base nele vi que vale a pena sonhar, dedicar, lutar, perseverar, pois Deus jamais coloca em nosso coração um sonho impossível de se realizar. E que venham novos sonhos e novos desafios...

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”
(Theodore Roosevelt)

BASES FISIOLÓGICAS DO TESTE DE EXERCÍCIO CARDIOPULMONAR EM PEDIATRIA (ARTIGO DE REVISÃO)

RESUMO

Objetivo: Descrever os principais fatores envolvidos na realização e interpretação do teste de exercício cardiopulmonar (TECP) e a aplicabilidade clínica em pediatria. **Métodos:** Revisão da literatura sobre a metodologia do TECP nas bases de dados Publicações Médicas (PUBMED), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), utilizando-se os termos em português e seus correspondentes em inglês: teste de exercício cardiopulmonar (*cardiopulmonary exercise test*), aptidão física (*physical fitness*), teste de aptidão (*fitness testing*), metodologia (*methodology*), interpretação (*interpretation*), variáveis (*variables*) e parâmetros (*parameters*). Várias referências secundárias foram usadas, assim como livros-textos pertinentes ao assunto. **Resultados:** No PUBMED e LILACS foram encontrados 17 artigos, dos quais 11 foram selecionados, no SciELO foram encontrados 14 artigos, foram selecionados 9 artigos. Várias referências secundárias foram usadas, assim como livros-textos pertinentes ao assunto. **Conclusão:** Vários são os fatores envolvidos para se ter um teste fidedigno e tais fatores interferem diretamente na sua análise. Na prática clínica, é grande importância, por abranger os principais sistemas do corpo, podendo, portanto, ser útil na avaliação, tratamento e prognóstico do indivíduo. Na Pediatria tem sido utilizado para diagnóstico do broncoespasmo induzido por exercício e na avaliação da capacidade aeróbica em pacientes com asma leve, moderada e grave, mas ainda pouco estudado na asma grave refratária.

Palavras-chave: Asma Grave. Asma induzida pelo exercício. Teste de exercício. Teste de exercício cardiopulmonar. Capacidade aeróbica. Criança e Adolescente.

Abstract

Objective: To describe the main factors involved in performing and interpreting the cardiopulmonary exercise test (CPET) and the clinical applicability in pediatrics. **Methods:** Literature review on the CPET methodology in the Medical Publications (PUBMED), Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences (LILACS) and Scientific Electronic Library Online (SciELO) databases, using the terms in Portuguese and their English counterparts: cardiopulmonary exercise test (teste de exercício cardiopulmonar), physical fitness (aptidão física), fitness test (teste de aptidão), methodology (metodologia), interpretation (interpretação), variables (variáveis) and parameters (parâmetros). Several secondary references were used, as well as textbooks relevant to the subject. **Results:** In PUBMED and LILACS 17 articles were found, of which 11 were selected, in SciELO 14 articles were found, 9 articles were selected. Several secondary references were used, as well as textbooks relevant to the subject. **Conclusion:** There are several factors involved in having a reliable test and these factors directly interfere with its analysis. In clinical practice, it is of great importance, as it covers the main systems of the body, and can therefore be useful in the assessment, treatment and prognosis of the individual. In pediatrics, it has been used for the diagnosis of exercise-induced bronchospasm and in the assessment of aerobic capacity in patients with mild, moderate and severe asthma, but still little studied in refractory severe asthma.

Keywords: Severe Asthma. Exercise-induced asthma. Exercise test. Cardiopulmonary exercise test. Aerobic capacity. Child and teenager.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

GRÁFICO 1- Variáveis VO ₂ , VCO ₂ , VE, VO ₂ /HR (PuO ₂).....	26
GRÁFICO 2- Variáveis VE, VO ₂ /HR (PuO ₂), VO ₂ , VCO ₂ , PETO ₂ , PETCO ₂ , RER.....	27
GRÁFICO 1 (2º Artigo) Comparação entre os grupos de VO ₂ /carga.....	45

LISTA DE TABELAS
(Artigo Original)

Tabela 1- Características descritivas da amostra estudada.....	43
Tabela 2- Variáveis do teste de exercícios cardiopulmonar.....	44
Tabela 3- Categorizações de cada grupo em relação à interpretação do TECP.....	46
Tabela 4- Associação entre BIE e descondicionamento físico.....	46
Tabela 5- Associação entre a inatividade física pelo IPAQ e descondicionamento físico.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT	<i>Asthma Control Test</i>
AF	Atividade física
AG	Asma grave
AGR	Asma grave refratária
ARIA	<i>Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma</i>
ATS	<i>American Thoracic Society</i>
BIE	Broncoespasmo induzido pelo exercício
Bud equiv.	Equivalente à dose de budesonida
C-ACT	<i>Childhood Asthma Control Test</i>
CEMAD	Centro Multidisciplinar para Asma de Difícil Controle
CI+ LABA	Corticoide inalatório+ β agonista de longa duração
CINL	Corticosteroides inalados
CM	Centímetros
CO ₂	Gás Carbônico
COS	Corticoides sistêmicos
CVF	Capacidade vital forçada
DF	<i>Dermatophagoides Farinae</i>
DP	<i>Dermatophagoides Pteronyssinus</i>
DRGE	Doença do refluxo gastroesofágico
EC	Epitélio de cão
ECG	Eletrocardiograma
EEFTO	Escola de Educação Física e Fisioterapia
EG	Epitélio de gato
FC máx	Frequência cardíaca máxima
FC	Frequência cardíaca
FEF 25-75	Fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% da CV
GINA	<i>Global Initiative for Asthma</i>
GLI	<i>Global Lung Initiative</i>
H ₂ CO ₃	Ácido carbônico
HR	Hiper-reatividade
HRB	Hiper-reatividade brônquica
IPAQ	Questionário internacional de atividade física

ISAAC	<i>International Study of Asthma and Allergies in Childhood</i>
LA	Limiar de lactato
LABCARE	Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
ML/mín	Mililitros por minuto
MMII	Membros inferiores
NaHCO ₃	Bicarbonato de sódio
O ₂	Oxigênio
PaCO ₂	Pressão parcial de gás carbônico
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PCR	Ponto de compensação respiratória
PENSE	Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar
PetCO ₂	Pressão expiratória final de gás carbônico
PetO ₂	Pressão expiratória final de oxigênio
pH	Potencial hidrogeniônico
PuO ₂	Pulso de oxigênio
RER	<i>Respiratory Exchange ratio</i>
rpm	Rotação por minuto
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TECP	Teste de exercício cardiopulmonar
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
VA/Q	Relação ventilação perfusão alveolar
VC	Volume corrente
VCO ₂	Volume de dióxido de carbono
VE	Ventilação-minuto
VEF1	Volume expiratório forçado do primeiro segundo
VO ₂ máx.	Consumo máximo de oxigênio
VO ₂ pico	Consumo máximo de oxigênio no pico do exercício
VO ₂	Consumo de oxigênio
VO ₂ /W	Relação entre o consumo de oxigênio e a carga
VVM	Ventilação voluntária máxima
W	<i>Watts</i>
$\Delta VO_2/\Delta$ carga	Equivalente entre consumo máximo de oxigênio e carga

SUMÁRIO

Resumo artigo de revisão: Bases Fisiológicas do Teste de exercício cardiopulmonar em pediatria	11
Abstract.....	12
Lista de Figuras	13
Lista de Tabelas.....	14
Lista de abreviaturas e siglas.....	15
Introdução.....	19
Metodologia.....	20
Resultados.....	20
Bases gerais do exame em pediatria.....	20
Principais variáveis do teste.....	23
Aplicações clínicas para avaliação do teste de exercício cardiopulmonar.....	30
Conclusão.....	33
Referências Bibliográficas.....	35
Artigo Original: Limitação ao exercício em crianças e adolescentes com asma grave refratária: falha no controle da asma	Resumo.....38
Abstract.....	39
Introdução.....	40
Metodologia.....	41
Resultados.....	45
Discussão.....	49
Conclusão.....	55
Referências Bibliográficas.....	56
Apêndices e anexos.....	60

INTRODUÇÃO

O exercício físico faz parte do cotidiano dos seres humanos e, como método diagnóstico, iniciou-se no século passado, com o desenvolvimento de novas tecnologias, ocupando espaço destacado na medicina. Técnicas que envolvam exercícios objetivam avaliar a capacidade funcional, investigar sinais e sintomas de doenças e avaliar o resultado de intervenções terapêuticas, constituindo-se no que é chamado teste de exercício clínico.¹ Sabe-se que o padrão-ouro atual, para avaliar as respostas ao exercício físico em adultos e crianças saudáveis ou com doenças cardiorrespiratórias tem sido o teste de esforço máximo. Entretanto, as atividades de vida diária são realizadas em níveis submáximos de esforço, propondo, portanto, que os testes funcionais submáximos possam refletir o nível de atividade física.^{2,3}

Em crianças, vários são os testes que podem ser reproduzidos para avaliação da capacidade funcional, orientando programas de treinamento ou tratamento de doenças crônicas. Alguns desses testes aplicados em adultos podem sofrer adaptações ou modificações para serem reproduzidos e fidedignos em crianças. Esses testes, podem ser feitos no formato de teste de campo, mais informal, como o teste de caminhada de seis minutos ou em um laboratório sobre esteira ou cicloergômetro, onde são medidos taxas metabólicas e analisados os gases exalados.^{2,4}

No Brasil a utilização desse tipo de avaliação, consagrou-se como teste ergométrico. Trata-se de um procedimento não invasivo, que pode conferir informações diagnósticas e prognósticas, além de avaliar a capacidade individual para exercícios dinâmicos.^{1,5} Um teste ergométrico em que são avaliados de maneira direta o consumo de oxigênio (VO_2) e a produção de dióxido de carbono é chamado ergoespirometria ou teste de exercício cardiopulmonar (TECP).^{4,6} O TECP é mais completo e avalia a integridade dos sistemas respiratório, cardiovascular, muscular e ainda suas adaptações após um período de treinamento físico ou outras intervenções sobre esses sistemas.^{2,4}

O TECP é um teste dinâmico, que mensura diretamente dados que, acrescentados à ergometria convencional, são relevantes, por exemplo: a quantificação da ventilação pulmonar e a análise das pressões espiradas de oxigênio e gás carbônico durante o esforço físico. Em adição, podem-se verificar a oximetria de pulso e as alças fluxo-volume antes, durante e após a realização do esforço. A análise integrada dos dados permite completa avaliação dos sistemas cardiovascular, respiratório, muscular e metabólico no esforço, sendo considerado padrão-ouro na avaliação da limitação ao exercício.^{7,8} Permite ainda definir os mecanismos relacionados à baixa capacidade funcional, os quais podem ser causadores da dispnéia, correlacionando com possíveis alterações dos sistemas envolvidos.⁷

Dada a importância de melhor entendimento sobre a metodologia e interpretação do teste de exercício cardiopulmonar, este artigo tem como objetivo descrever a os principais fatores envolvidos na realização e interpretação do exame e a aplicabilidade clínica na asma pediátrica.

METODOLOGIA

Revisão da literatura sobre a metodologia do teste cardiopulmonar do exercício nas bases de dados Publicações Médicas (PUBMED), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), utilizando-se os termos em português e seus correspondentes em inglês: teste de exercício cardiopulmonar (*cardiopulmonary exercise test*), aptidão física (*physical fitness*), teste de aptidão (*fitness testing*), metodologia (*methodology*), interpretação (*interpretation*), variáveis (*variables*) e parâmetros (*parameters*).

Foi realizada busca na literatura sobre a metodologia do teste, não limitando o período de publicação. Para serem incluídos no estudo, foram considerados artigos na língua portuguesa ou inglesa.

RESULTADOS:

No PUBMED e LILACS foram encontrados 17 artigos, dos quais 11 foram selecionados, no SciELO foram encontrados 14 artigos, foram selecionados 9 artigos. Várias referências secundárias foram usadas, assim como livros-textos pertinentes ao assunto.

Bases gerais para o exame em pediatria

A utilização do teste de exercício cardiopulmonar (TECP) em crianças, ainda enfrenta vários desafios, pois nem sempre os materiais disponíveis no mercado, como máscaras, eletrodos, esteiras ou cicloergômetros, são ajustáveis à altura dessa população. Outro fator que dificulta a ampliação da utilização do teste em crianças é a falta de valores de referência principalmente em crianças mais jovens e de etnias variadas. Em crianças menores, a dificuldade de compreensão do teste e dos comandos pode levar à interrupção precoce do teste sem alcançar esforço cardiovascular máximo.⁹ Diante dessas considerações, espera-se que a partir dos seis anos de idade seja possível realizar o teste de acordo com os critérios de qualidade descritos para teste máximo.¹⁰

Fatores envolvidos na realização do teste de exercício cardiopulmonar

O local de realização do teste deve ser bem iluminado, ter dimensões suficientes para acomodação da aparelhagem necessária e permitir circulação de pelo menos três pessoas, com controle de temperatura ambiente (entre 18 e 25°C) e umidade relativa do ar em aproximadamente 50%. Durante a realização do teste é impossível a comunicação verbal do paciente, sendo utilizada a escala de Borg para indicação manual da sensação subjetiva de cansaço. Deve haver material e medicamentos para eventuais emergências, incluídos no suporte básico de vida, e a equipe deve estar devidamente treinada para a realização do teste e ter treinamento em suporte básico de vida.^{10,11}

O teste pode ser utilizado em esteira ergométrica ou bicicleta. Os realizados em bicicleta podem estimar VO₂ máx cerca de 5 a 20% mais baixo do que em esteira, pois há menor quantidade de massa muscular atuante durante o teste. No entanto, possibilitam a mensuração de dados vitais de forma mais segura e fidedigna.^{4,5}

A frequência cardíaca (FC) deve ser monitorada, bem como a saturação de oxigênio, pressão arterial e frequência respiratória. Quando o aparelho escolhido para realização do teste for a esteira, a velocidade e o nível são escolhidos para produzir quatro a seis minutos de exercício, com tempo de duração total de exercício de seis a oito minutos. Em geral, começa-se com baixa velocidade e grau, avançando progressivamente durante os primeiros dois a três minutos de exercício¹¹ até que a frequência cardíaca atinja valores em torno de 180 batimentos/min. na população pediátrica.¹² O grau de aptidão física e o peso corporal irão influenciar nos parâmetros para obtenção da frequência cardíaca desejada.¹¹

A inclinação e a velocidade da esteira são escolhidas para conseguir a ventilação-alvo ou frequência cardíaca desejada e que o paciente seja capaz de mantê-la por pelo menos quatro minutos. Geralmente crianças conseguem alcançar o alvo mais rapidamente do que os adultos e para eles a duração do exercício pode ser entre seis e sete minutos. Em caso de suspeita de broncoespasmo induzido pelo exercício (BIE), o ideal é que crianças mais velhas e adultos atinjam pelo menos oito minutos de exercício.¹¹

Os testes realizados em bicicleta ergométrica, para serem válidos, requerem intensidade de exercício-alvo sustentada por quatro a seis minutos. Em caso de BIE, é importante que o paciente atinja o ritmo cardíaco-alvo ou a ventilação-alvo dentro de quatro minutos, pois a perda de água é o fator determinante para o diagnóstico de BIE, e refratariedade pode ocorrer se o exercício por prolongado. Pode-se terminar o teste quando o paciente se exercitou na taxa de trabalho desejada por seis minutos.¹¹

Critérios para o teste de esforço máximo

- a) **Frequência cardíaca (FC):** é amplamente utilizada para avaliação da intensidade do exercício e prescrição porque há uma relação linear entre FC, VO_2 e carga de trabalho, que aumentam linearmente durante o exercício carga incremental.¹¹ Na população pediátrica, mais especificamente, uma FC de pelo menos 180 batimentos/min. no VO_2 pico¹² (ou $\geq 85\%$ do previsto)⁹ indica que a criança atingiu seu esforço máximo. A equação da FC máxima utilizada em crianças é: FC máx.: $208 - (0,7 \times \text{idade})$.¹²
- b) **Razão de trocas respiratórias (RER):** expressa a relação entre o volume de dióxido de carbono (VCO_2) produzido e o VO_2 consumido (VCO_2/VO_2), sendo indicador não invasivo de esforço máximo. Em repouso, esse índice varia entre 0,70 a 0,80, dependendo do tempo e do tipo de alimento consumido. Valores acima de 1,0 já refletem esforço intenso em crianças.^{4,7,13}
- c) **Respostas subjetivas ao esforço:** as sensações de desconforto muscular, dor e cansaço geral (fadiga) são habitualmente referidas como os principais sintomas que limitam a progressão da atividade em indivíduos normais não treinados.¹⁴ A sensação de esforço percebida aumenta tanto em relação à potência aplicada, quanto à duração do esforço.¹⁵

Critérios necessários para a segurança e interrupção do teste

Embora a taxa de mortalidade descrita para adultos durante o TECP não seja elevada (0,5 casos/10.000)¹⁰, na população pediátrica há descrição de eventos adversos, como: dor no peito (0,69%), tontura ou síncope (0,29%), hipotensão arterial (0,35%) e arritmias graves (0,46%), concluindo-se que o teste em crianças tem baixa morbimortalidade.¹⁶ Entretanto, é recomendado que o teste seja realizado em laboratório, sob condições controladas.¹ Nenhum teste pode ser realizado sem material necessário (incluindo desfibrilador pronto para uso) e pessoal treinado para reanimação cardiorrespiratória.¹⁷

Devem-se registrar os sinais vitais em condição basal e de repouso, e o exercício só deve ser iniciado se os dados estiverem estáveis. Durante a realização do teste em bicicleta, é importante que o indivíduo seja lembrado de manter frequência de rotação entre 40 e 70 rotações por minuto (rpm).⁴ Paralelamente à estimulação verbal, o médico deve acompanhar a atividade elétrica no monitor, a pressão arterial sistêmica e a saturação de oxi-hemoglobina e anotá-los. Inquirir minuto a minuto os sintomas apresentados, por escalas específicas, observar continuamente a ausência de escape aéreo no bocal ou no restante do sistema.⁸

O teste deve ser interrompido pelo paciente por sintomas como: dispneia, dores nas pernas, dor torácica, tontura, fadiga geral ou qualquer sintoma impeditivo do prosseguimento do exercício.⁸

Principais variáveis do teste

VO₂ máximo

O VO₂, consiste no volume de oxigênio extraído do ar inspirado pela ventilação pulmonar em um dado período de tempo. O VO₂ máximo (VO₂ máx.) é definido como o maior valor atingido, apesar do incremento de carga aplicada, desenvolvendo-se um platô na curva de VO₂. Caso esse platô não seja identificado, o maior valor obtido ao final de um exercício máximo é caracterizado como VO₂ de pico.^{6,7,8} Em indivíduos sedentários normais e em pacientes o valor máximo é raramente encontrado. Ao atingir o pico de VO₂, muitos indivíduos podem não resistir ao desconforto por tempo suficiente para uma taxa de trabalho relacionada ao platô no VO₂. Assim, com a taxa de trabalho crescendo progressivamente até o ponto de fadiga, é produzido um pico que se aproxima daquele previsto no VO₂ máx.^{7,13}

Em crianças também é muito comum que esse platô (VO₂ máx.) não seja atingido, também provavelmente devido aos sintomas desagradáveis de exaustão, dispneia, desconforto nas pernas ou a combinação desses fatores limitantes do exercício. Diante disso, o VO₂ de pico também é frequentemente usado de forma alternativa para definir a capacidade aeróbica na ausência de um platô claro no VO₂. Se uma criança atender aos critérios objetivos e subjetivos de esforço máximo durante o teste, o pico de VO₂ será usado como um índice da capacidade aeróbica.¹²

O pico de VO₂ é calculado de acordo com a equação proposta para criança por Cooper *et al.*¹⁸: para meninos normais: pico de VO₂ (mL/min.)= 52,8 x peso -303,4. Para meninas normais: Pico de VO₂ (mL/min.)= 28,5x peso + 288,2¹⁸.

Ventilação minuto (VE)

Volume de ar que se move para dentro e fora dos pulmões, determinado pelo produto da frequência respiratória e o volume de ar expirado em cada ciclo. Logo, é a resposta ventilatória ao exercício e está diretamente ligada à PaCO₂ e seus determinantes. No pico do exercício, a ventilação-minuto (VE) pode ser acrescida de 15 a 20 vezes do seu valor de

repouso em crianças e adolescentes, em pacientes cardiopatas ou pneumopatas estará reduzida.¹⁹

A ventilação aumenta linearmente até a intensidade correspondente ao limiar de lactato, para captar O₂ e eliminar o CO₂ respiratório, conforme a demanda metabólica. Em intensidades acima do limiar de lactato, a ventilação aumenta desproporcionalmente ao VO₂ devido à presença de CO₂ respiratório e metabólico. Acima do limiar de compensação respiratória, o aumento na concentração de hidrogênio sanguíneo (redução do pH) estimula os quimiorreceptores do corpo da carótida a aumentar a ventilação.⁴ Ademais, o CO₂ exerce um efeito indireto sobre a área quimiossensível do centro respiratório central, localizada no bulbo. Com o aumento na concentração de CO₂, parte do gás ultrapassa a barreira hematoencefálica e reage com a água formando o ácido carbônico, que se dissocia em hidrogênio e bicarbonato. O hidrogênio estimula os neurônios quimiossensíveis resultando em um novo aumento na ventilação, no intuito de eliminar maior quantidade de CO₂ e causar uma alcalose respiratória para compensar a acidose metabólica do exercício, ponto onde se identifica uma segunda mudança na curva. Assim, a ventilação permite a identificação do limiar de lactato e do limiar de compensação respiratória, com dois aumentos abruptos na curva do teste.⁴

Equivalentes ventilatórios de oxigênio (VE/VO₂) e dióxido de carbono (VE/VCO₂)

São as razões entre a taxa ventilatória instantânea e a taxa de captação de O₂ (VE/VO₂) e liberação de CO₂ (VE/VCO₂). Representam o volume de ar que deve ser ventilado para consumir 1 litro de oxigênio ou produzir 1 litro de dióxido de carbono, respectivamente.⁴

Ambos os equivalentes declinam seus valores a partir do repouso, devido ao aumento da demanda ventilatória, até os níveis submáximos de exercício. O VE/VO₂ atinge seus valores mínimos antes do limiar de lactato (LA), quando ocorre sua subida progressiva, ocasionada pelo aumento da ventilação para eliminar a produção extra de CO₂. Tal ação resulta no tamponamento do lactato pelo bicarbonato sanguíneo. Em seguida, é observada elevação do VE/VCO₂, chamado de ponto de compensação respiratória (PCR) ou limiar ventilatório 2, resultante do aumento ventilatório (alcalose respiratória compensatória) em resposta à redução do potencial hidrogeniônico (pH) sanguíneo pelo acúmulo progressivo do ácido láctico em nível muscular.⁷

Em Pediatria, o VE/VO₂ até o limiar ventilatório representa a resposta ventilatória para o metabolismo aeróbico requerido para a realização do exercício. Mais especificamente, isso representa a média do número de litros de ar que uma criança necessita ventilar a fim de

captar, transportar e utilizar um litro de oxigênio. Essa relação estando alta é indicação de reduzida eficiência ventilatória e pode ser causada por hiperventilação não fisiológica ou respiração irregular. Verifica-se porém, que a eficiência ventilatória melhora com a idade durante a infância.²⁰

No método de troca gasosa (V- slope) busca-se localizar diretamente o ponto de início da aceleração da taxa de liberação do CO₂ (VCO₂) em relação ao VO₂. Para tanto, deve-se plotar a VCO₂ no eixo y e a VO₂ no eixo x, tomando-se o cuidado de utilizar a mesma escala e tamanho dos eixos. Num teste incremental típico podemos observar duas fases lineares bem distintas da taxa de resposta da VCO₂ em relação ao VO₂, (i) uma fase inicial, na qual a inclinação é inferior à 1 (chamada de “fase S₁”) e (ii) uma fase tardia, na qual o extra- CO₂ vindo do tamponamento do lactato eleva a inclinação para acima de 1 (“fase S₂”). Entretanto, o CO₂ é muito mais difusível que o O₂, ocupando um grande reservatório corporal: logo, demora algum tempo para que a liberação de CO₂ muscular seja fielmente representada ao nível do ar expirado. Portanto, a resposta de VCO₂ pode ficar distorcida nos primeiros dois minutos do teste, devendo ser desprezada para a estimativa correta da S₁. Similarmente, deve-se, para a estimativa correta da S₂, desconsiderar o aumento da VCO₂ próximo ao final do teste.¹³

Pressões expiratórias finais de O₂ e CO₂ (PET CO₂ e PETO₂)

Refletem a ventilação-perfusão dentro do sistema pulmonar e, indiretamente, a função cardíaca⁵. Podem representar razoavelmente, as pressões alveolares médias de O₂ e CO₂ em indivíduos normais, mas não em pacientes com acentuados desequilíbrios de relação ventilação-perfusão. Quando utilizadas em junção com os equivalentes ventilatórios, formam um método não invasivo do limiar de lactato, e analisando os valores do PET CO₂ podem indicar a integridade da vasculatura pulmonar.¹³

Em adultos a pressão expiratória final de gás carbônico (PetCO₂), no nível do mar, varia de 38 a 42 mmHg, podendo aumentar cerca de 3 mmHg durante um exercício de carga incremental.⁷ Na população pediátrica esses valores são relativamente mais baixos tanto no repouso quanto no exercício. A pressão expiratória final de oxigênio (PetO₂) representa uma estimativa indireta da PO₂ alveolar arterial na população pediátrica, em que ocorre maior impulso ventilatório. Valores de PetO₂ encontram-se elevados também. De fato, essa população pode estar sob relativa hiperventilação alveolar durante o exercício. Em outras palavras, observa-se ventilação excessiva durante o esforço físico.²¹

Reserva ventilatória

Pode ser expressa como a diferença entre a ventilação voluntária máxima (VVM) e o máximo de ventilação ao exercício. Pode ser medida diretamente ou estimada (volume expiratório forçado do primeiro segundo - $VEF_1 \times 37,5$). A limitação é tradicionalmente definida por limitada ventilação ventilatória (<20%). Crianças saudáveis têm volume de reserva de pelo menos 11 L/min. ou 20% a 40% da sua VVM.^{9,10} O cálculo da reserva ventilatória durante o pico do exercício é usado para avaliar as causas da limitação ventilatória ou contribuir para a redução da tolerância ao exercício.²² Indivíduos com doença pulmonar primária têm baixa reserva ventilatória; em indivíduos cardiopatas ou com outras doenças que limitem a realização de exercício essa reserva é alta.²²

Limiar anaeróbico (LA)

É definido como nível de VO_2 do exercício acima do qual a produção de energia metabólica é suplementada pelos mecanismos anaeróbicos e é refletido pelo aumento na relação lactato e lactato/piruvato no músculo e no sangue arterial.²² Ocorre quando há modificação da relação entre as taxas de incremento do VO_2 e da VCO_2 .²³

O mecanismo fundamental para mensuração depende do início da glicólise anaeróbica que leva ao aumento do ácido láctico. Em algum ponto do exercício ocorre liberação adicional de gás carbônico (CO_2), que resulta da dissociação do ácido carbônico (H_2CO_3), formado a partir do tamponamento do ácido láctico pelo bicarbonato de sódio sanguíneo ($NaHCO_3$).²⁴ O esforço realizado acima do limiar de lactato resulta no aumento progressivo da quantidade de lactato lançado na corrente, a concentração plasmática de bicarbonato decai no mesmo ritmo em que a lactacidemia aumenta. A partir daí, a regulação do CO_2 ocorre por meio de hiperventilação. O fluxo ventilatório é estimulado pela acidose metabólica resultante da acumulação do lactato. Com a continuação do exame, porém, chega um momento em que o sistema respiratório não consegue atuar no equilíbrio ácido-base. Nesse momento acontece o segundo limiar de lactato, também chamado de ponto de compensação respiratória. Esse ponto é definido como ponto de esforço até onde o sistema respiratório consegue corrigir a acidose metabólica.²⁵

Embora persistam discussões acerca do significado exato das modificações causadas pelo lactato ao exercício²⁶, não se pode negar que o acúmulo de lactato traz efeitos na habilidade humana de tolerar o exercício dinâmico. Portanto, o grau de lactatemia, para um dado dispêndio metabólico, tem sido amplamente utilizado como marcador da aptidão

aeróbica e delimitador da intensidade de exercício. Pode-se ainda apresentar valor clínico sugestivo de limitação cardiocirculatória/ periférica e indicação prognóstica útil.²²

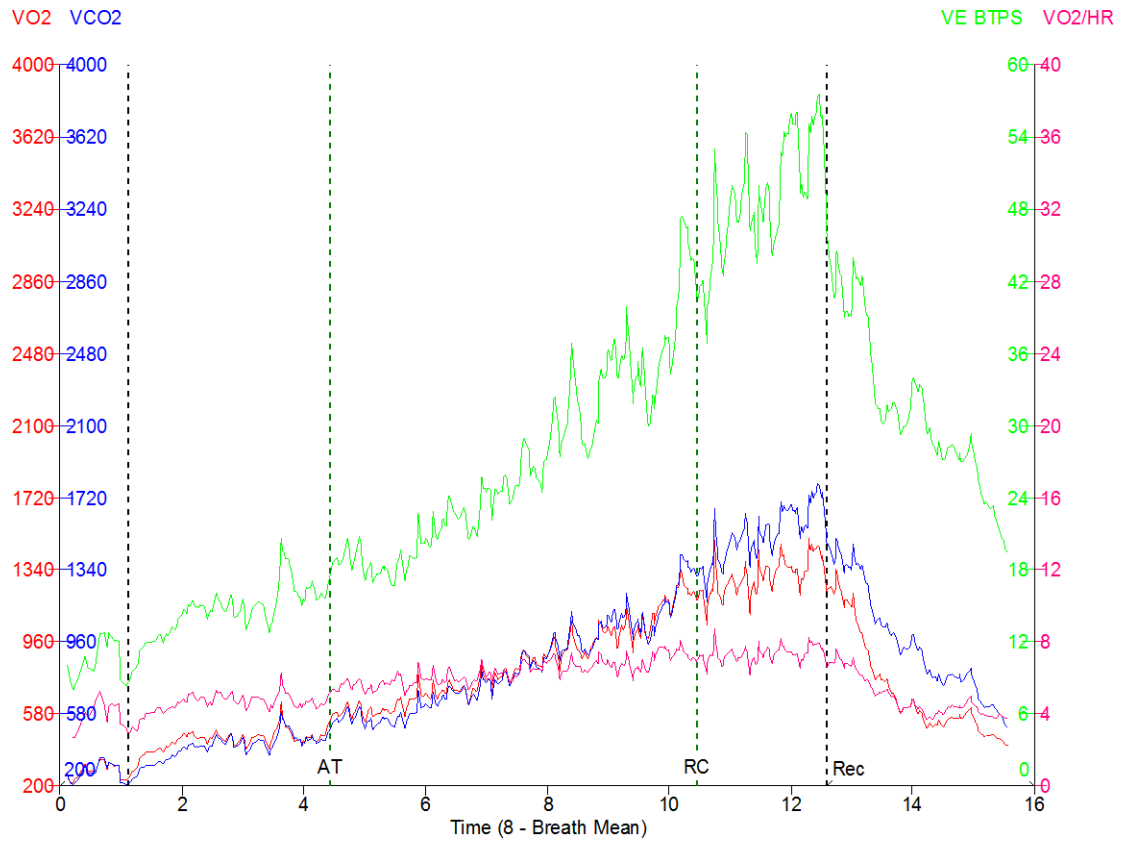
Pulso de oxigênio (PuO₂)

Consiste, teoricamente, no volume de O₂ extraído pelo metabolismo a cada batimento cardíaco. É calculado a partir da divisão do VO₂/FC. Representa o volume sistólico e, de certa forma, o desempenho ventricular esquerdo^{4,27}, dependendo, portanto, do volume de sangue oferecido e da avidéz tissular em captá-lo.²⁸

O pulso de O₂ é medido em todas as fases do exercício, desde o repouso, durante todo o exercício e recuperação, sendo útil para a avaliação de doenças cardíacas. O aumento imediato no pulso de O₂ quando se inicia o exercício depende do tamanho do aumento do volume de ejeção e do aumento da diferença arteriovenosa de oxigênio. Esse valor será baixo em pacientes que não conseguem aumentar o volume de ejeção durante o exercício. Em indivíduos normais, o pulso de oxigênio será baixo no início do exercício, já nos pacientes com insuficiência cardíaca ele aumentará temporariamente imediatamente após o início do exercício.²⁹

As crianças menores compensam o baixo volume de ejeção com um incremento da frequência cardíaca até uma dada intensidade do exercício. Meninas saudáveis têm frequência cardíaca mais alta quando comparadas a meninos em qualquer intensidade do exercício após a puberdade. E crianças obesas têm valores de frequência cardíaca submáxima mais elevada que crianças magras em qualquer intensidade do exercício. Portanto, o comportamento do pulso de oxigênio em crianças varia de acordo com o biótipo de cada criança.⁹

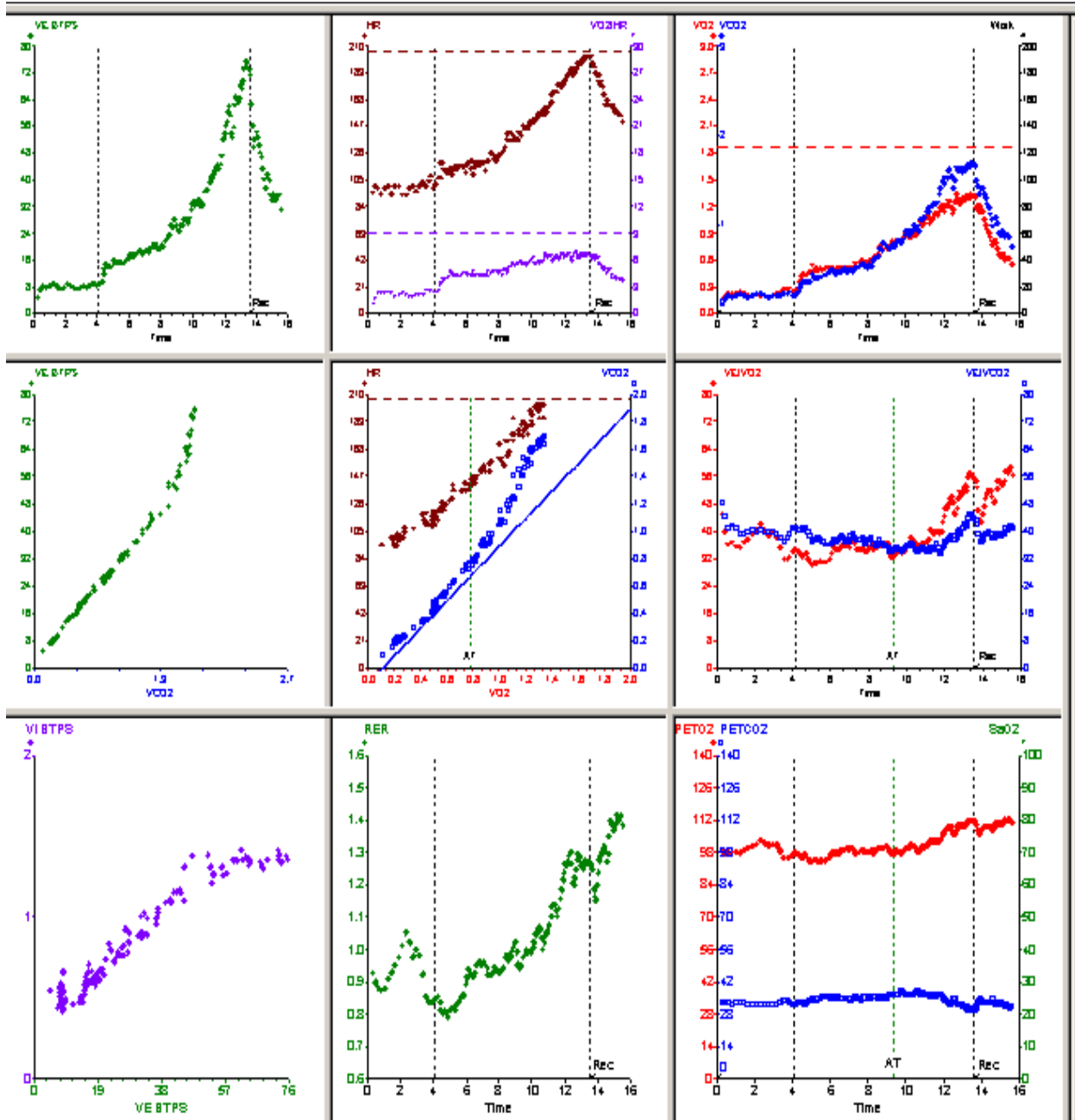
Os gráficos 1 e 2 mostram as principais variáveis do TCPE, de uma paciente com asma grave refratária participante da pesquisa.

GRÁFICO 1 - Variáveis VO₂, VCO₂, VE e VO₂/HR (PuO₂)

VO₂: consumo de oxigênio; VCO₂: volume de dióxido de carbono; HR: frequência cardíaca; PuO₂: pulso de oxigênio.

Paciente com cadastro número 59, do Centro Multidisciplinar de Asma de Difícil Controle.

Fonte: exame realizado no LABCARE da Escola de Fisioterapia e Educação Física da UFMG.

GRÁFICO 2 - Variáveis VE, VO₂/HR (PuO₂), VO₂, VCO₂, PETO₂, PETCO₂, RER.

VE: ventilação pulmonar; BTPS: Condições corporais, temperatura corporal, pressão ambiente, saturada com vapor d'água; HR: frequência cardíaca; VO₂: consumo de oxigênio; HR/VO₂: produto entre frequência cardíaca e consumo de oxigênio; VCO₂: volume de dióxido de carbono; PuO₂: pulso de oxigênio; VE/VO₂: equivalente ventilatório de oxigênio; VE/VCO₂ equivalente de dióxido de carbono; VT: volume corrente; RER: respiratory exchange ratio; PETO₂ pressão expiratória final de oxigênio; e PETCO₂ pressão expiratória final de gás carbônico. Paciente com cadastro número 59, do Centro Multidisciplinar de Asma de Difícil Controle. Fonte: exame realizado no LABCARE da Escola de Fisioterapia e Educação Física da UFMG.

Aplicações clínicas para avaliação do teste de exercício cardiopulmonar

As respostas nas trocas gasosas durante o exercício podem diferir segundo os motivos pelos quais um indivíduo tem limitação para realização de exercícios e, muitas vezes, de tarefas diárias. Com a análise dos dados das trocas gasosas é possível determinar o estado funcional dos sistemas cardiovascular e ventilatório. Existem também alguns diagnósticos para os quais a avaliação cardiopulmonar por exercício é a única ferramenta. Tais diagnósticos não podem ser feitos por outras modalidades de exames, mas podem ser deduzidos (inferidos) a partir das respostas de troca gasosa ao exercício.¹¹

A realização do TECP em crianças é indicada para a avaliação do diagnóstico, da gravidade das doenças (cardíaca ou pulmonar), avaliação prognóstica e de resultados pré e pós-intervenção medicamentosa e fisioterapêutica.

Como teste de diagnóstico

- a) Avaliação da capacidade aeróbica (VO_2 máx / VO_2 pico);
- b) avaliação de fatores limitantes ao exercício, incluindo alterações fisiopatológicas;
- c) avaliação do ritmo cardíaco e frequência cardíaca;
- d) avaliação da resposta da pressão arterial;
- e) avaliação da broncoconstrição induzida pelo exercício ou respiração disfuncional;
- f) avaliação dos sintomas induzidos pelo exercício (dor no peito, dispneia, fadiga aumentada);
- g) avaliação da disfunção das cordas vocais.

Na avaliação da gravidade da doença cardíaca

- a) Avaliação de arritmias induzidas pelo exercício e distúrbios de repolarização;
- b) avaliação da isquemia miocárdica;
- c) avaliação da gravidade da doença após correção cirúrgica;
- d) avaliação e otimização da função do marca-passo.

Na avaliação da gravidade da doença pulmonar

- a) Avaliação de anormalidades nas trocas gasosas;
- b) avaliação da troca gasosa pulmonar geral;
- c) avaliação da hipóxia.

Na avaliação de prognóstico

- a) Avaliação do curso de uma doença progressiva (acompanhamento regular);
- b) avaliação de outros fatores contribuintes potenciais (adicionais) para limitação de exercício.

Como teste avaliativo

- a) Avaliação da eficácia de um programa de intervenção;
- b) triagem pré-operatória ou pré-tratamento (por exemplo, transplante de pulmão, quimioterapia);
- c) avaliação da eficácia de uma correção cirúrgica;
- d) avaliação dos efeitos da medicação na resposta ao exercício.⁹

Algumas causas de limitação ao exercício

Dispneia psicogênica e causas comportamentais (ansiedade ou simulação)

Esse diagnóstico é bastante complexo de ser feito e o teste de exercício cardiopulmonar é o método mais confiável para avaliação, a partir da mensuração quantitativa das trocas gasosas. Entende-se que tais pacientes são muitas vezes submetidos a uma vasta avaliação com efeitos negativos e muitas vezes drogas são prescritas desnecessariamente, agravando os problemas deles. Para uma avaliação mais abrangente das trocas gasosas, funcionamento dos pulmões e coração o teste cardiopulmonar é o mais específico.⁷

O diagnóstico nesses casos inicia-se observando-se o padrão respiratório que geralmente se encontra rápido (hiperventilação) superficial no bocal. A duração do exercício é curta e geralmente existem queixas como fadiga generalizada, formigamento e tontura. Tais sintomas desaparecem dentro de cinco minutos. Ao analisar o exame, o pico de VO_2 pode estar baixo e o limiar anaeróbico indeterminado. Os índices de compensação ventilação- perfusão no nível da taxa de trabalho máximo estão normais, a reserva da frequência cardíaca está elevada e a relação entre VO_2 e trabalho é normal, indicando esforço pobre. O ECG encontra-se normal, a frequência respiratória elevada, o RER acima de um mesmo antes e após o encerramento do exercício. A hiperventilação leva à queda na $PaCO_2$, caracterizando paciente com ansiedade.²⁹

Nível de aptidão física

A aptidão física é de grande relevância clínica, pois é possível avaliar mais detalhadamente os dados do exame e descobrir os mecanismos fisiológicos subjacentes à limitação. Em caso de esforço máximo, o examinador pode avaliar o condicionamento aeróbico da criança com base no VO_2 , quando não há causas cardíacas ou pulmonares expressas no exame.⁶

Quando observada a *performance* de crianças no teste, a capacidade aeróbica é de grande importância, cujos valores anormais podem fornecer dados para a descoberta dos mecanismos subjacentes a essa deficiência. Em casos em que a criança consegue atingir seu esforço máximo, pode-se programar a evolução de exercícios físicos dessa criança baseado nos parâmetros encontrados no pico de VO_2 . São frequentemente usados 80% do VO_2 preditos para caracterizar o VO_2 como normal.⁹

Quando ocorre um esforço submáximo durante o TECP, conclusões no que diz respeito ao condicionamento aeróbico baseado no VO_2 máximo ou de pico não pode ser obtido, e esses dados devem ser interpretados com cautela, pois fica inferido que o paciente tinha condições de ter realizado um teste mais adequado e não o fez.¹⁵

Broncoespasmo induzido pelo exercício

Termo utilizado para descrever o aumento transitório na resistência das vias aéreas após um exercício vigoroso, o que pode ocorrer na maioria dos pacientes com asma. É obrigatoriamente acompanhado de alteração na função pulmonar, representada pela queda do VEF_1 igual ou superior a 10%, conforme preconizado.^{10,11} É reconhecido como importante fator limitante da atividade física em jovens. Os aspectos clínicos encontrados no BIE são habitualmente característicos. Pacientes sensíveis a esse estímulo podem tipicamente completar um exercício sem dificuldade. Entretanto, quando param, desenvolvem por tempo limitado aperto torácico, chiado, dispneia e tosse. A broncoconstrição atinge o seu pico entre cinco e 10 minutos após o exercício e, a seguir, sobrevém a remissão espontânea, que se completa entre 20 e 40 minutos.³⁰

Existe ampla variação na literatura sobre a prevalência da BIE em asmáticos. Isso se deve a uma variedade de protocolos empregados, falta de padronização do ambiente em relação à umidade e à temperatura, diferentes esquemas de suspensão de medicações antes do teste, variação na gravidade da doença e ausência de concordância entre os pesquisadores sobre um critério de teste positivo para BIE.³¹

Os testes diretos de broncoprovocação, como, por exemplo, provocação com metacolina, são considerados como de alta sensibilidade para detecção do BIE. Estudos demonstram 90,9% de sensibilidade e 82,5% de especificidade. O TECP, porém, tem sido definido como método de escolha para detecção do BIE. Esse teste é considerado método de estímulo indireto, com especificidade de 68,4% e sensibilidade de 77,3%.³²

Geralmente, a corrida livre, o exercício em esteira e em cicloergômetro são as modalidades indiretas mais empregadas para detectar BIE. Os protocolos usam geralmente um exercício de cinco a oito minutos, sendo que em crianças tolera-se acima de seis minutos, que deve ser bastante vigoroso para acelerar a frequência cardíaca e o consumo de oxigênio a mais de 80% do valor máximo.⁹ A literatura referêcia que broncoconstrição induzida pelo exercício (BIE) ocorre em 40 a 90% dos asmáticos, dependendo do tipo de exercício empregado e das condições em que foi realizado. Em proporção menor, a BIE ocorre também em indivíduos atópicos^{33,34} e na população geral saudável o BIE pode ocorrer em cerca de 10 a 20%.³⁰

O estímulo fisiológico para o BEI é a perda de água que ocorre por evaporação da superfície das vias aéreas enquanto condiciona grandes volumes de ar em pouco tempo. Essa perda de água pode resultar no resfriamento das vias aéreas e desidratação da superfície das vias aéreas. Existem duas hipóteses sobre como a perda de água causa restrição nas vias aéreas; a hipótese térmica e a hipótese osmótica.³⁰

De acordo com a hipótese térmica, o BIE é um evento vascular envolvendo vasoconstrição resultante do resfriamento das vias aéreas durante o exercício, seguido de hiperemia após o término do exercício. Essa hipótese, porém, de constrição do músculo liso brônquico e liberação de mediadores nos mecanismos do BIE não é considerada. Conforme a hipótese osmótica, aumento na osmolaridade da superfície das vias aéreas causa liberação de mediadores de mastócitos - e possivelmente dos nervos sensoriais. Esses mediadores então agem diretamente nos brônquios do músculo liso para causar contração e estreitamento das vias aéreas. Mastócitos são células encontradas em abundância superficialmente no epitélio das vias aéreas em indivíduos com asma e em indivíduos saudáveis. Além dos mastócitos, outras células nas vias aéreas - incluindo células epiteliais glandulares e nervosas sensoriais - são afetadas pelo resfriamento, efeitos osmóticos e evaporativos da perda de água.³⁰

CONCLUSÃO

O teste de exercício cardiopulmonar é um exame que exige domínio técnico e científico para sua adequada realização e interpretação. Vários são os fatores envolvidos para

se ter um teste fidedigno e tais fatores interferem diretamente na sua análise. Na prática clínica, é grande importância, por abranger os principais sistemas do corpo, podendo, portanto, ser útil na avaliação, tratamento e prognóstico do indivíduo. Na Pediatria tem sido utilizado para diagnóstico do broncoespasmo induzido por exercício e na avaliação da capacidade aeróbica em pacientes com asma leve, moderada e grave, mas ainda pouco estudado na asma grave refratária.

REFERÊNCIAS

1. Stein R, Vilas-Boas F. Normatização de técnicas e equipamentos para realização de exames em ergometria e ergoespirometria. *Arq Bras Cardiol.* 2003; 80(4):457–64.
2. Gomes ÉLFD, Da Silva DS, Costa D. Testes de avaliação da capacidade física em pediatria. *Fisioter Bras.* 2016; 13(6).
3. Li AM, Yin J, Yu CCW, Tsang T, So HK, Wong E, *et al.* The six-minute walk test in healthy children: Reliability and validity. *Eur Respir J.* 2005; 25(6):1057–60.
4. Figueira TG, Magosso RF, Carli JPC, Campanholi Neto J, Robert-Pires CM. Ergoespirometria: interpretação das variáveis para identificação dos limiares metabólicos. *Cent Pesqui Avançadas em Qual Vida.* 2018;10(1):1–14.
5. Cornelis N, Buys R. The effects of exercise modality on maximal and submaximal exercise parameters obtained by graded maximal exercise testing. *Int J Cardiol* 2016; 222:538–47. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.07.190>.
6. Stein R. Teste cardioplumonar de exercício: noções básicas sobre o tema. *Rev da Soc Cardiol o Rio Gd do Sul* [Internet]. 2006; 09(nível 2):1–4. Available from: http://sociedades.cardiol.br/sbcrs/revista/2006/09/Artigo_01_Testes_Cardioplumonar.
7. Herdy AH, Ritt LEF, Stein R, de Araújo CGS, Milani M, Meneghelo RS, *et al.* Cardiopulmonary exercise test: Background, applicability and interpretation. *Arq Bras Cardiol.* 2016; 107(5):467–81.
8. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq Bras Cardiol.* 2010; 95(5 Suppl 1):1–26.
9. Van Brussel M, Bongers BC, Hulzebos EHJ, Burghard M, Takken T. A systematic approach to interpreting the cardiopulmonary exercise test in pediatrics. *Pediatr Exerc Sci.* 2019; 31(2):194–203.
10. Weisman IM, Marciniuk D, Martinez FJ, Sciruba F, Sue D, Myers J. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003; 167(2):211–77.
11. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, Hankinson JL, Irvin CG, *et al.* American Thoracic Society guidelines for methacholine and exercise challenge testing -1999. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000; 161(1):309–29.
12. Bongers BC, van Brussel M, Erik HJ, Hulzebos TT. Pediatric norms for cardiopulmonary testing. BOXpress, 's-Hertogenbosch, the Netherlands, 2014.
13. Neder J, Nery L. Teste de exercício cardiopulmonar. *J Pneumol.* 2002; 28(3):166–206.
14. Astrand P-O RK. Textbook of work Physiology. MCGraw- Hill. 1986; 3.

15. Roca J, Whipp BJ, Agustí AGN, Anderson SD, Casaburi R, Cotes JE, *et al.* Clinical exercise testing with reference to lung diseases: Indications, standardization and interpretation strategies. *Eur Respir J.* 1997; 10(11):2662–89.
16. Bongers BC, van Brussel M, Hulzebos EHJ TT. Pediatric norms for cardiopulmonary exercise testing: In relation to sex and age. 's-Hertogenbosch. Netherlands. 2014, p. 9.
17. Denolin H. Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Am Coll Sports Med Lea & Febiger. 4. ed., Philadelphia: Lea e Febiger, 1991. 314 p.
18. Cooper DM, Weiler-Ravell D, Whipp BJ, Wasserman K. Aerobic parameters of exercise as a function of body size during growth in children. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1984; 56(3):628–34.7
19. Nixon PA, Orenstein DM, Kelsey SF, Doershuk CF. The prognostic value of exercise testing in patients with cystic fibrosis. *N Engl Med.* 1992; 327:1785-8.4
20. Vogel JA, Gleser MA. Effect of carbon monoxide on oxygen transport during exercise. *J. Appl Physiol.* 1972; 32:234-239.
21. Prado DM, Braga AMFW, Rondon MUP, Azevedo LF, Matos LDNJ, Negrão CE, *et al.* Comportamento Cardiorrespiratório em crianças saudáveis durante o exercício progressivo máximo. *Arq Bras Cardiol.* 2010; 94(4):493-9.
22. Wasserman K. Conexão entre respiração externa e celular durante o exercício: a sabedoria do corpo revisitado. *Am J Physiol.* 1994; E519- E539.
23. Gibbs CL, Gibson WR. Energy production of rat soleus muscle. *Am JPhysiol Scand* 1972; 223:874-881.
24. Wipp BJ, Mahler M. Dinâmica da troca gasosa pulmonar durante o exercício. New York: Academic Press, 1980; 2:33- 96.
25. Wasserman K, Whipp BJ. Fisiologia do exercício na saúde e doença. *Am Rev Respir Dis.* 1975; 112:219-249.
26. Brooks GA. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med Sports Exerc.* 1985; 17(1):22-34.
27. Nixon PA. Orenstein DM, Kelsey SF. DCT prognostic value of exercise testing in patients with cystic fibrosis. *NEM* 1992; 327:1785-1788. No Title.
28. Whipp BJ. The bioenergetic and gas exchange basis of exercise testing. *Clin Chest Med.* 1994; 15(2):173-192.
29. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Casaburi RW. Prova de esforço: princípios e interpretação. 3. ed. Cap 2, 2005, p. 18–19, 96-114.

30. Laitano O, Meyer F. Asma induzida pelo exercício: aspectos atuais e recomendações. *Rev Bras Med Esporte*. 2007; 13(1):67–70.
31. Anderson SD. Asthma provoked by exercise, hyperventilation and the inhalation of non-isotonic aerosols. *In: Barnes PJ, Rodger IW, Thomson NC. (eds.). Asthma: basic mechanisms and clinical management. 3. ed., London: Academic Press, 1998; 569-587.*
32. Zaczeniuk M, Woicka-Kolejwa K, Stelmach W, Podlecka D, Jerzynska J, Stelmach I. Methacholine challenge testing is superior to the exercise challenge for detecting asthma in children. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2015; 115:481–484.
33. Godfrey S, Konig P. Exercise-induced bronchial lability in atopic children and their families. *Ann Allergy*. 1974; 33:199-205.
34. Bierman CW, Kawabori I, Pierson WE. Incidence of exercise-induced asthma in children. *Pediatrics*. 1975; 56(Suppl):847-850.

2 LIMITAÇÃO AO EXERCÍCIO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM ASMA GRAVE REFRACTÁRIA: FALHA NO CONTROLE DA ASMA? (ARTIGO ORIGINAL)

RESUMO

Objetivo: Avaliar as causas da limitação ao exercício físico na asma grave refratária (AGR). **Métodos:** Crianças e adolescentes de 7 a 18 anos, com asma grave refratária (doses maiores ou iguais a 800 mg de budesonida, taxa de adesão superior a 80% e técnica inalatória corretas), mantendo-se parcialmente controladas, apenas pela limitação ao exercício físico, foram pareadas a controles saudáveis por sexo, faixa etária, peso, e submetidas ao teste de exercício cardiopulmonar (TECP). Os possíveis diagnósticos do TECP foram: limitação cardíaca, ventilatória, descondicionamento e BIE. A espirometria foi realizada antes e após o exercício e BIE considerado quando queda maior ou igual a 10%. **Resultados:** foram incluídos no estudo 20 indivíduos no grupo-asma e 19 no grupo-controle. Nos asmáticos, em 25% foi encontrado BIE isolado, em 40% BIE em associação com descondicionamento, em 20% apenas descondicionamento físico e em 15% a queixa dos sintomas ao exercício relatadas pelos pacientes não tem justificativa fisiológica com base no TECP. No grupo controle foi encontrado 42% de descondicionamento físico. **Conclusão:** O descondicionamento isolado ou associado ao BIE é um fator que deve ser considerado na avaliação de pacientes com AGR. O significativo percentual de crianças saudáveis descondicionadas encontrado é um grave problema, merecendo políticas de saúde pública referentes à prática efetiva de exercício em crianças e adolescentes saudáveis.

Palavras-chave: Asma Grave. Asma induzida pelo exercício. Teste de exercício. teste de exercício cardiopulmonar. Capacidade aeróbica. Criança e Adolescente.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the causes of physical exercise limitation in severe refractory asthma (AGR). **Methods:** Children and adolescents from 7 to 18 years old, with refractory severe asthma (doses greater than or equal to 800 mg budesonide, adherence rate greater than 80% and correct inhalation technique), maintaining limitation to physical exercise, were paired with healthy controls by sex, age group, weight, and submitted to the cardiopulmonary exercise test (TECP). The possible diagnoses of TECP were: cardiac, ventilatory limitation, deconditioning and exercise-induced bronchospasm (EIB). Spirometry was performed before and after TECP, and EIB was considered when there was a drop $\geq 10\%$ in FEV1. **Results:** 20 individuals were included in the study in the asthma group and 19 in the control group. In asthmatics, 25% isolated EIB was found, 40% EIB in association with deconditioning, 20% only physical deconditioning and in 15% the complaints of exercise symptoms reported by patients have no physiological justification based on TECP. In the control group, 42% of physical deconditioning was found. **Conclusion:** Deconditioning alone or associated with EIB is a factor that must be considered in the evaluation of patients with AGR and exercise limitation. The significant percentage of deconditioned healthy children found is a serious problem, deserving public health policies regarding the effective practice of exercise in healthy children and adolescents.

Keywords: Severe Asthma. Asthma Exercise induced. Exercise Test. Cardiopulmonary exercise test. Aerobic Capacity. Child and Adolescent.

INTRODUÇÃO

Crianças e adolescentes com asma grave refratária (AGR) ao tratamento são aquelas que necessitam de elevadas doses de corticoide inalado associado a outros controladores, com nível de tratamento no *step* 4/5, para controlar ou não seus sintomas. Elas apresentam elevada morbidade, com ataques frequentes, consultas de urgência, hospitalizações, risco de perda de função pulmonar, de efeitos adversos decorrentes dos medicamentos e limitação às atividades físicas.¹

A redução da qualidade de vida induzida pelos sintomas da asma faz com que muitas crianças desenvolvam estilo de vida sedentário, o que pode comprometer sua capacidade funcional e o seu condicionamento físico.² A limitação ao exercício físico, em asmáticos, pode ser atribuída ao grau de obstrução das vias aéreas, à diminuição da capacidade respiratória e acentuada sensação de dispneia ou à broncoconstrição induzida por exercício (BIE).³ As recomendações nos pacientes com asma que utilizam, de forma regular e adequada, os medicamentos de controle são de reavaliação das causas da limitação da atividade física.¹

O teste de exercício cardiopulmonar (TCPE), é padrão ouro para avaliação da limitação ao exercício. Em associação à realização da espirometria é utilizado para o diagnóstico de BIE.⁴ Especialmente em crianças asmáticas, nas quais a prevalência de BIE é maior, essa avaliação torna-se fundamental.^{5,6} A medida do consumo de oxigênio (VO_2) pelo organismo no TCPE é a melhor estimativa para avaliar a capacidade de exercício. A redução do VO_2 no término do teste, sinaliza redução na capacidade aeróbia do paciente, que pode ser causada por limitação ventilatória e/ou BIE, limitação cardíaca ou descondicionamento.⁴

O BIE tem sido relatado entre 46 a 100% dos pacientes com asma grave, detectado durante a realização do TCPE.^{5,7-11} Entretanto, a redução da capacidade de exercício nos pacientes asmáticos, que têm o tratamento otimizado, pode estar relacionada a outros fatores. O descondicionamento físico, avaliado a partir de VO_2 , foi pouco estudado, na asma grave,¹² e menos descrito na forma refratária¹³. Em um único estudo foi encontrada redução de VO_2 em 31% dos pacientes com asma grave refratária o que sugere redução da capacidade física.¹³

Crianças e adolescentes com asma grave são classificados como parcialmente controladas se relatam apenas limitação ao exercício físico, e esta pode ser decorrente do BIE, da redução da capacidade anaeróbica, da inatividade física que resulta em descondicionamento, ou da associação dessas condições. Na melhor busca de referências e do nosso conhecimento, não foi possível encontrar estudos pediátricos com a realização do teste cardiopulmonar do exercício avaliando outros fatores que não o BIE, para justificar a

limitação ao exercício sentida pelos pacientes. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo determinar as causas da limitação ao exercício em crianças e adolescentes com asma grave refratária.

PACIENTES E MÉTODOS

Desenho do estudo

Foi realizado um estudo transversal, no entre maio de 2018 e janeiro de 2020 no Centro Multidisciplinar para Asma de Difícil Controle (CEMAD) do Hospital das Clínicas e Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LABCARE), ambos da Universidade Federal de Minas Gerais

Foram selecionados 24 pacientes com asma grave refratária de uma coorte prospectiva de asma grave e 21 controles saudáveis. A asma grave refratária, foi definida naqueles pacientes com diagnóstico clínico e funcional de asma (elevação de 12% e/ou 200 mL do VEF₁ após administração de broncodilatador de curta ação), com tratamento com elevadas doses de corticoide inalado para a idade, associados ao broncodilatador de longa duração (LABA) e/ou outros controladores, ou corticoide sistêmico.¹

Dos pacientes com asma grave refratária da coorte, foram incluídos apenas o que mantinham como único parâmetro para a falha no controle a queixa de limitação ao exercício físico. Estes deveriam estar com a terapêutica otimizada, a técnica inalatória adequada, as comorbidades abordadas e taxa de adesão mensurada $\geq 80\%$, segundo o protocolo do serviço.¹⁴

Os controles foram selecionados em escolas, públicas e privadas, da cidade de Belo Horizonte, pareados aos casos, por idade, sexo e peso. Asma e rinite alérgica foram excluídas nos controles utilizando-se o questionário *International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC)*,¹⁵ com respostas negativas à questão 2: “sua criança teve chieira ou aperto no peito nos últimos 12 meses?” e total de escore < 6 . Nenhuma criança do grupo- controle estava envolvida em programas de treinamento de exercício além de jogos e atividades físicas recreativas.

Foram excluídos participantes que apresentaram exacerbação, durante os procedimentos da pesquisa, que não conseguiram compreender as manobras para a realização da espirometria ou do TECP e que apresentavam problemas cardiovasculares associados identificados em avaliação clínica e propedêutica (eletrocardiograma e ecodoppler cardiograma).

Procedimentos

O nível de controle do grupo asma foi avaliado, pelo *Global Initiative for Asthma* (GINA) e, ainda, em maiores de 12 anos, por meio do *Asthma Control Test* (ACT)¹⁶ e em crianças de seis a 12 pelo *Children Asthma Control Test* (c-ACT).¹⁷

Para o diagnóstico de rinite utilizaram-se os critérios do *Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma* (ARIA).¹⁸ O teste cutâneo foi realizado por punctura (ALK-Abelló, Hørsholm, Dinamarca) e o tamanho da pápula superior a 3 mm em relação ao controle negativo foi definido como sensibilização alérgica positiva.¹⁹ Os controles positivos e negativos foram histamina e solução salina, respectivamente. Os alérgenos testados foram *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae*, *Blomia tropicalis*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus fumigatus*, epitélio de gato, cão e alérgenos de baratas (*Periplaneta americana* e de *Blattella germânica*).

Espirometria

Para a realização da espirometria utilizou-se o espirômetro da marca Koko (*Pulmonary Data Service, Inc Company*, Louisville, CO, USA), conforme recomendações da *American Thoracic Society* (ATS) para pré- escolares e escolares.^{20,21} Foram mensurados o VEF₁, a capacidade vital forçada (CVF), a relação VEF₁/CVF e o fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% da capacidade vital forçada (FEF_{25/75%}). Os parâmetros foram expressos em percentagem do valor previsto para idade, sexo e altura e em Z score de acordo com os valores de referência do *Global Lung Initiative* (GLI).²²

Para a identificação de broncoconstrição ao exercício, realizou-se espirometria, antes e aos cinco, 10, 15, 20 e 30 minutos após o TECP. Foi considerada BIE a redução de $\geq 10\%$ no VEF₁ em uma ou mais medidas durante os 30 minutos de mensuração, também conforme preconizado.²³

Questionário IPAQ

Para avaliar o nível de atividade física dos participantes, utilizou-se questionário *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) em sua versão curta.²⁴ Essa versão é composta de oito questões abertas e suas informações permitem estimar o tempo despendido por semana em diferentes intensidades de atividade física (caminhadas e esforços físicos de intensidades moderada e vigorosa) e de inatividade física (posição sentada). Para classificação realizou-se o produto entre a duração (minutos/dia) e a frequência (dias/semana) relatadas pelos participantes nas respostas às questões apresentadas no IPAQ.

As recomendações atuais para a prática de atividades físicas na infância e adolescência sugerem que jovens se envolvam diariamente por 60 minutos ou mais de atividades moderadas em cinco ou mais dias da semana, somando-se pelo menos 300 minutos de atividades físicas por semana ou 150 minutos de atividade física vigorosa por semana.^{25,26} Baseado nessa recomendação, as respostas dos participantes foram somadas e os indivíduos classificados em ativos se preenchessem os critérios acima ou inativos.

Teste de exercício cardiopulmonar

Os pacientes e os controles sadios foram submetidos ao TECP. Para a realização deste utilizou-se o cicloergômetro integrado ao sistema metabólico estacionário com análise metabólica de gases *Medical Graphics*® CPX (Ultima, Miami, FL, USA cia). A carga de trabalho foi aumentada continuamente em um padrão de rampa linear, para fornecer duração de exercício superior a 8 minutos e inferior a 12 minutos, e de acordo com o nível de atividade física diária do participante. O incremento da carga varia entre 5 e 15 watts. Iniciava-se o teste com o participante em carga livre, pedalando sem carga alguma, por dois minutos. Posteriormente, a carga foi incrementada a cada minuto, e o participante foi instruído a manter uma taxa de pedalada constante entre 50 e 70 rpm.⁴

As seguintes variáveis foram analisadas: carga atingida (W) no pico do exercício; tempo do teste; ventilação minuto (VE); volume corrente (VC); consumo de oxigênio (VO₂); produção de dióxido de carbono (VCO₂); os equivalentes ventilatórios (VE/VO₂ e VE/VCO₂) e equivalente do consumo máximo de oxigênio sobre a carga (VO₂/W); o pulso de oxigênio (PuO₂); a razão de trocas respiratórias (RER); a relação VE/VVM.⁴ Tais variáveis foram mensuradas de respiração a respiração, com cortes a cada 20 segundos para a análise, por meio de máscara facial que permitia a passagem de ar expirado para o analisador de gases. O VO₂ pico foi considerado pela média dos últimos 30 segundos de exercício, que foi interrompido por sinais de tolerância máxima ao esforço.⁴ O VO₂ máx previsto foi calculado de acordo com as equações propostas para crianças por Cooper *et al.* para meninos: pico de VO₂ (mL/min)= 52,8 x peso -303,4 e meninas normais: pico de VO₂ (mL/min)= 28,5x peso + 288,2.²⁸

A pressão arterial, frequência cardíaca e saturação periférica de oxigênio foram mensuradas antes do teste, a cada dois minutos durante a realização, imediatamente após o término e após dois minutos de término. A escala de Borg modificada²⁷ foi utilizada para avaliação de dispneia e fadiga nos membros inferiores antes e após a realização do teste.⁴

Os participantes foram orientados a ingerirem alimentos leves no dia da realização do teste, não ingerirem café, chá, refrigerante com cafeína nas duas horas anteriores à realização. Orientou-se ainda, nos casos, a suspensão 12 horas antes do uso de broncodilatador de longa duração; 8 horas de anticolinérgicos; 24 horas de antihistamínicos de curta duração e 72 horas de longa duração. Todos foram orientados a usarem roupas confortáveis e não realizarem atividade física no dia do exame.⁴

Foi considerado teste máximo, com adequada execução, quando FC acima de 85% do previsto, RER > 1,0 para crianças e 1,1 para adolescente, constatação de esforço máximo do paciente.²

Foi considerada limitação ventilatória ao término do exercício quando a relação VE/VVM foi maior que 80% do previsto, associado ao VO₂ pico abaixo de 80% do previsto.⁴ Para diagnóstico de limitação cardíaca foi considerado o platô precoce na variável pulso de oxigênio (VO₂/FC), associado a não atingir 80% da FC máxima prevista, falha em aumentar a pressão arterial sistólica em pelo menos 10 mmHg no pico do exercício, somados a redução VO₂ pico abaixo de 80% do previsto.⁴ O descondicionamento físico foi determinado quando houve o VO₂ não alcançou 80% do previsto, sem evidência de limitação cardíaca e ventilatória.⁴

Análise estatística

As variáveis foram digitadas em um banco de dados desenvolvido no programa *Excel* e analisadas por meio do programa *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* versão 22.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, EUA). A avaliação da distribuição das variáveis foi realizada por meio do teste de Shapiro Wilk. As variáveis contínuas foram expressas como média e desvio-padrão ou mediana e intervalo interquartil, enquanto as variáveis categóricas foram expressas como frequência absoluta e relativa. Para comparação entre os grupos (controle vs asma), utilizou-se o teste t de Student não pareado e Mann Whitney, conforme indicados. O teste de qui-quadrado foi utilizado para comparar o número de indivíduos com limitação (cardíaca, ventilatória, descondicionamento ou BIE) em cada grupo. Foram considerados significativos os valores de $p < 0,05$.

Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (ETIC) 3.720.392. Todos os pacientes e seus responsáveis que consentiram em participar do estudo assinaram o termo de assentimento e consentimento livre esclarecido.

RESULTADOS

Entre os 24 pacientes com asma grave refratária selecionados, quatro não completaram o protocolo: três devido às dificuldades para realizar o TECP e um por exacerbação na semana do exame. Em relação ao grupo-controle, dos 21 selecionados, um foi excluído por alteração do eletrocardiograma (ECG) e outro por dados do TECP inconsistentes. Sendo assim, foram incluídos no estudo 20 indivíduos no grupo - asma e 19 no grupo - controle.

As variáveis clínicas e funcionais da população estudada estão descritas na tabela 1.

TABELA 1 - Características descritivas da amostra estudada (média e desvio-padrão).

	Grupo - controle (n = 19)	Grupo - asma (n = 20)	p
Idade, anos	13,2 ± 2,2	12,7 ± 2,9	0,53
Sexo, feminino (%)	73	70	0,99
Peso, Kg	49,9 ± 10,8	45,2 ± 13,9	0,25
Estatuta, cm	157,2 ± 10,2	149,5 ± 11,5	0,03
Índice de massa corporal - kg/m ²	19,9 ± 2,6	20,3 ± 4,5	0,72
Diagnóstico nutricional n(%)			
Eutrofia	19 (100)	20 (100)	---
Obesidade	0	0	---
IPAQ, inativos n (%)	7 (37)	20 (100)	< 0,001
IPAQ, ativos n (%)	12 (63)	0	---
ACT / C-ACT	---	22 (18 – 23)	---
Medicamentos			
BUD equivalente (mcg)	---	926 ± 299	---
CI+ LABA	---	8 (40)	---
CI+ LABA+ antileucotrieno	---	10 (50)	---
CI+ LABA+ Imunobiológicos + tiotrópio	---	2 (10)	---
Teste alérgico n (%)			
Positivo	---	20 (100)	---
DP + DF	---	6 (30%)	---
DF + Blommia	---	1 (5%)	---
Blommia+ DF + DP	---	6 (30%)	---
EC + DF + DP	---	4 (20%)	---
EC + EG + Blommia + DF + DP	---	2 (10%)	---
Fungo + Blommia + DF + DP	---	1 (5%)	---
Comorbidades			
Rinite alérgica	---	11 (55%)	---
Rinite + outras comorbidades*	---	9 (45%)	---
Espirometria			
CVF(L)	3,2 ± 0,2	2,8 ± 0,7	0,2
CVF(%)	98,7	94,5	0,3
CVF(Z)	0,4 ± 0,2	0,1 ± 0,4	0,4
VEF ₁ (L)	2,7 ± 0,7	2,2 ± 0,6	0,02
VEF ₁ (%)	101,5 ± 16,5	87,1 ± 18,8	0,01
VEF ₁ (Z)	-0,3 ± 1,2	-0,7 ± 1,7	0,01
FEF _{25/75} (L)	3,7 ± 1,3	2,2 ± 1,1	0,001
FEF _{25/75} (%)	95,5 ± 11,5	75,5 ± 31,2	0,01
FEF _{25/75} (Z)	0,2 ± 1,3	-1,2 ± 1,6	0,004
VEF/CVF (%)	89 ± 0,1	81 ± 0,1	0,02
VEF/CVF (Z)	-0,3 ± 1,4	-0,6 ± 1,4	0,04

*Outras comorbidades: dermatite atópica, doença refluxo gastroesofágico, transtornos emocionais e comportamentais. ACT: *Asthma Control Test*; IPAQ: *International Physical Activity Questionnaire*; Bud equivalente: dose equivalente à Budesonida; CI + LABA: Corticoide inalatório + β -agonista de ação longa; DP: *Dermatophagoides pteronyssinus*; DF: *Dermatophagoides Farinae*; EC: epitélio de cão; EG: epitélio de gato; CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; FEF_{25-75%}: fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% da capacidade vital;

Comparando-se os dois grupos, observaram-se diferenças estatisticamente significantes na estatura e nos parâmetros espirométricos, ambos inferiores no grupo-asma. Todos os pacientes asmáticos foram classificados como inativos pelo questionário IPAQ, enquanto a maioria do grupo - controle estava fisicamente ativa. Observa - se, o fenótipo alérgico predominante e as doses elevadas de corticoide inalado associadas a outros controladores, o que caracteriza a asma grave refratária.

A tabela 2 estão os resultados do teste cardiopulmonar do exercício.

TABELA 2 - Variáveis do teste de exercício cardiopulmonar (média \pm SD).

	Grupo - controle (n = 19)	Grupo - asma (n = 20)	p
Repouso			
FC bpm	93,4 \pm 12,6	88,5 \pm 13,4	0,24
PAS mmHg	102,1 \pm 9,7	99,2 \pm 9,5	0,36
PAD mmHg	68,9 \pm 8,0	65,0 \pm 7,6	0,12
Borg Dispneia #	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,60
Borng MMII #	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0,79
Pico			
Carga atingida, W	125,0 \pm 26,6	104,0 \pm 35,2	0,04
Tempo teste, min	10,4 \pm 1,5	9,5 \pm 1,4	0,06
FC, bpm	182,9 \pm 11,6	176,0 \pm 15,9	0,13
VO ₂ /FC	8 (8 - 10)	8,5 (7 - 9)	0,47
VO ₂ /carga	13,0 \pm 1,4	14,7 \pm 2,3	0,01
PAS, mmHg	143,1 \pm 14,5	129,5 \pm 11,9	0,03
PAD, mmHg	72,1 \pm 5,3	71,0 \pm 5,5	0,53
VO ₂ , mL/kg	33,5 \pm 7,7	32,6 \pm 7,4	0,10
VO ₂ , %	84,4 \pm 20,6	75,0 \pm 14,3	0,26
RER#	1,20 (1,14 - 1,24)	1,15 (1,10 - 1,21)	0,04
VE, L/min	64,5 \pm 12,1	56,5 \pm 13,4	0,06
VE/Carga	0,52 \pm 0,07	0,56 \pm 0,11	0,15
VE/VVM	64,7 \pm 16,3	68,5 \pm 12,2	0,41
VE/VO ₂	30,7 \pm 3,1	32,4 \pm 4,3	0,17
Borg dispneia	7 (5 - 8)	5 (1 - 6)	0,07
Borg MMII	8 (5 - 9)	7 (1,5 - 9,1)	0,29

dados descritos em mediana (IQ25-75)

FC: frequência cardíaca; bpm: batimento por minuto; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; MMII: membros inferiores; W: *watts*; min: minutos; VO₂: consumo máximo de oxigênio; RER: *Respiratory Exchange ratio*; VE: ventilação-minuto; L/min: litros por minuto; VE/carga: relação entre a ventilação minuto sobre a carga de exercício; VE/VVM: relação entre a ventilação pulmonar e a ventilação voluntária máxima; VE/VO₂: equivalente ventilatório para oxigênio.

Todos os participantes incluídos apresentaram características de teste máximo. As variáveis no repouso do TECP foram similares entre os grupos. Entretanto, o grupo asma apresentou pior desempenho no pico do exercício. O grupo - asma atingiu menor carga (W), conseqüentemente menor tempo de teste, comparado ao grupo - controle ($p=0,04$). A variável, VO_2 /carga que representa eficiência de trabalho foi maior no grupo asma, comparado ao controle ($p=0,01$), ou seja, consumiu mais oxigênio para atingir carga menor

Em relação às variáveis cardíacas, o grupo controle apresentou maior pressão arterial sistólica no pico do exercício comparado ao grupo asma ($p=0,03$)

O gráfico 1 demonstra a relação do VO_2 com a carga no pico do exercício.

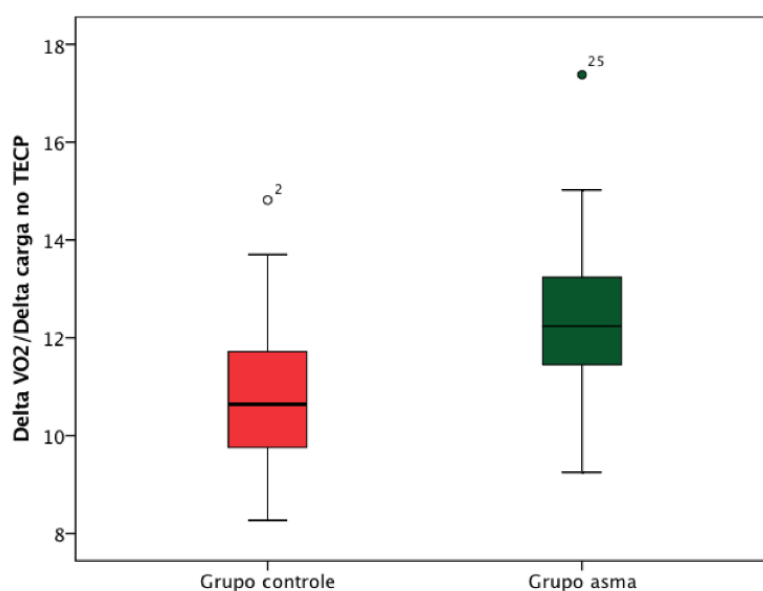


GRÁFICO 1 - Comparação entre os grupos do VO_2 /carga teste de exercício cardiopulmonar. Observa-se que o grupo com asma consumiu mais oxigênio para a mesma carga ou menor, $p=0,01$.

A tabela 3 traz as categorizações de cada grupo em relação à interpretação do TECP.

TABELA 3 - Categorizações de cada grupo em relação à interpretação do TECP.

	Grupo - controle (n=19) n (%)	Grupo - asma (n=20) n (%)	p
BIE isolado	3 (16)	5 (25)	0,09
Descondicionamento isolado	8 (42)	4 (20)	0,04
Descondicionamento + BIE	3 (16)	8 (40)	0,02
Limitação cardíaca	0	0	NA*
Exame normal	5 (26)	3 (15)	0,08

*NA= não se aplica ** O grupo - asma, os que apresentaram descondicionamento utilizaram, em média, doses de $1,018 \pm 373$ mcg/dia comparados àqueles que não apresentaram descondicionamento (800 ± 0 mcg/dia), embora sem diferença estatisticamente significativa ($p = 0,082$).

O descondicionamento associado ao BIE foi o diagnóstico mais frequente no grupo asma, enquanto que no grupo controle foi o descondicionamento isolado.

A tabela 4 traz a associação entre BIE e descondicionamento nos dois grupos.

TABELA 4 - Associação entre BIE e descondicionamento

	BIE positivo	BIE negativo	p
Grupo controle			
Descondicionamento ausente	5	3	0,51
Descondicionamento presente	8	3	
Grupo asma			
Descondicionamento ausente	3	5	0,61
Descondicionamento presente	4	8	

Observa-se que não houve associação estatisticamente significativa, entre BIE e descondicionamento físico.

A tabela 5 traz a associação entre a inatividade física encontrada pelo IPAQ e o descondicionamento físico encontrado pelo TECP.

TABELA 5 - Associação entre a inatividade física pelo IPAQ e descondicionamento físico TECP

Grupo	TCPE		p
	Descondicionados	Condicionados	
Grupo controle			
Inativo pelo IPAQ	7	0	0,01
Ativo pelo IPAQ	4	8	
Grupo asma			
Inativo pelo IPAQ	12	8	0,06
Ativo pelo IPAQ	0	0	

Observa-se que no grupo controle, houve associação estatisticamente significativa entre a inatividade física encontrada pelo IPAQ e o descondicionamento físico encontrado pelo TECP, o que não ocorreu no grupo asma.

DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que, em crianças e adolescentes com asma grave refratária, que mantinham limitação ao exercício físico: (i) 25% foi encontrado broncoespasmo induzido por exercício isolado, (ii) 40% broncoespasmo induzido por exercício em associação com descondicionamento, (iii) 20% descondicionamento isolado e em 15% a queixa dos sintomas ao exercício não teve justificativa fisiológica com base no TECP.

Nos pacientes com asma, que utilizam suas medicações de controle de forma adequada e regular e apresentam limitação ao exercício, a recomendação é a intensificação do tratamento medicamentoso.¹ Entretanto, alguns pacientes, mesmo otimizando a medicação, utilizando-a com adequadas técnicas inalatória e adesão, obtêm o controle de outros sintomas, mas mantêm queixas no exercício físico. Estes devem ser avaliados, para exclusão de outras causas.¹

Os pacientes, do presente estudo, foram selecionados de uma coorte bem documentada de asma grave,^{14,29} com diagnóstico confirmado clínica e funcionalmente. Utilizaram, de forma adequada e com boa taxa de adesão, doses elevadas de corticoides inalados associados a outros controladores, mas mantinham queixas de limitação ao exercício físico. A avaliação clínica, de imagem (ecocardiograma) e ECG, afastaram as causas cardíacas. As curvas espirométricas não demonstraram amputação em alça inspiratória, o que poderia indicar a possibilidade de disfunção de cordas vocais e/ou estridor após teste.

O TECP é um teste não invasivo que fornece avaliação global das respostas integradas ao exercício, dos sistemas muscular, pulmonar e cardiovascular. Pacientes com sintomas atípicos de BIE e, especialmente, não respondedores ao tratamento são candidatos ao TECP.⁴

A prevalência global do BIE em crianças e adolescentes com asma é de 46% (95% CI: 39-53%), mais elevada conforme a gravidade da doença. E na forma grave, de 81% (95% CI: 52-99%).⁶ Entretanto, a maioria dos estudos que compuseram essa avaliação global não mensurou o BIE segundo as normas da ATS.⁴ A prevalência do BIE em pacientes com asma grave é pouco descrita^{5,7-11} e não foi possível encontrar estudo sobre asma grave refratária.

O percentual de BIE isolado de nossos pacientes foi de 25% e, em associação ao descondicionamento foi de 40%. Nosso percentual de BIE isolado foi menor do que o encontrado por outros autores que também avaliaram amostra de serviços de referência.⁵ Estudo em 40 pacientes com vários níveis de gravidade da asma, sendo apenas seis com asma grave, foi encontrado 100% de BIE.⁵ Esses autores consideraram elevada a frequência encontrada e discutiram que esse resultado pode ser decorrente do critério de diagnóstico de BIE e de o exercício ter sido a corrida em esteira, que apresenta mais efeito de broncoprovocação.⁵ Já em amostra conjunta, dentre eles 24 pacientes com a forma grave, encontraram 28,8 % de BIE.¹⁰ Estes dados são bem similares à frequência de 25% de BIE isolado encontrado no presente estudo.

Nós comparamos o TECP de asmáticos graves ao de pacientes assintomáticos respiratórios, e encontramos BIE isoladamente em 16% destes controles. A prevalência global de BIE em assintomáticos em estudos utilizando métodos variados para o diagnóstico de BIE foi de 12% (IC 95%: 8-17%).⁶ Os resultados do presente estudo, encontram-se dentro desta variabilidade.

O TECP de ambos os grupos, no presente estudo, teve duração adequada, entre oito a 12 minutos, RER >1,0, frequência cardíaca acima de 85% e o protocolo incremental foi individualizado.⁴ Entretanto, os pacientes asmáticos de nosso estudo consumiram a mesma quantidade de oxigênio, mas suportaram carga 25% menor comparados aos controles, refletindo menor capacidade aeróbia nos asmáticos.

Os pacientes do grupo-asma queixaram-se menos dispneia, pela escala de Borg quando comparado ao grupo-controle. Embora estatisticamente não significante, diferença de dois pontos no Borg pode ser clinicamente relevante e pode ser explicado devido à menor carga que suportaram e/ou à má percepção de sintomas que acompanha alguns pacientes com asma. Baixos níveis de escore de Borg foram notados por outros autores em estudo com pacientes de asma grave¹³ e consideraram que essa reduzida sensação de dispneia deve ser

interpretada com cautela, pois a escala de Borg é subjetiva e não apresenta sensibilidade igual para menores de nove anos.¹³ Outros autores também não observaram escores de dispnéia elevados em pacientes com asma grave.³⁰ É possível que os pacientes asmáticos sejam menos perceptivos em relação a sensação de falta de ar, pois experimentam essa condição corriqueiramente.

Pode ser difícil, na prática clínica, retornar às atividades físicas, os pacientes que foram suspensos e/ou familiares têm receio do exercício piorar a asma. A avaliação da percepção materna sobre atividade física em adolescentes com asma revelou que 78% das mães achavam que estes não deveriam fazer atividade física e 44% que esta poderia ser perigosa.⁸

Neste estudo não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes quanto ao VO_2 pico, em mL e % previsto, entre casos e controles. O número de voluntários com descondicionamento, em nossos controles, pode ter sido responsável pela ausência de significância na comparação entre os dois grupos do presente estudo quanto ao VO_2 . Ressalta-se, entretanto, que nosso grupo- asma suportou carga menor para mesmo consumo de oxigênio, e mesmo os descondicionados do grupo-controle suportaram carga maior que os asmáticos. A carga suportada foi diferente, e assim mesmo os controles descondicionados exerceram carga maior, o que significa que clinicamente o descondicionamento é menos grave nos controles que nos casos. Essa diferença foi expressa, com significância estatística, entre os dois grupos na relação VO_2 /carga.

O único estudo encontrado envolvendo 19 pacientes pediátricos com asma grave refratária, mas sem grupo-controle e descrição do nível de atividade física, relatou o VO_2 do pico reduzido em seis pacientes (31,6%).¹³ Em nosso estudo a frequência de 25% no grupo asma refratária foi inferior, se considerarmos apenas descondicionamento isolado. Mas se considerarmos o descondicionamento associado ao BIE a proporção foi 40%. Não foi possível encontrar estudos que avaliassem as duas condições, BIE e descondicionamento, simultaneamente.

Em crianças e adolescentes com asma persistente grave em uso de corticoide inalado sem outros controladores, foram encontrados valores de VO_2 de pico bem inferiores comparados aos controles. O VO_2 pico dos controles saudáveis (34,7 mL/Kg/min.), ainda que dentro da faixa de normalidade, foi inferior a outros estudos e a possível explicação dos autores foi que a população brasileira tenha pico de VO_2 menor comparado às populações da América do Norte, Europa e Japão.²³ Não temos equações de valores de referência para VO_2 de pico para a população pediátrica brasileira e é possível que essa também seja uma

justificativa para menores valores de VO_2 . Esses autores identificaram como uma das limitações do estudo que, embora todas as crianças incluídas (caso e controles) tenham relatado não participar de alguma atividade física, a não ser as atividades escolares, o nível de atividade física não foi avaliado.²³

Um achado inesperado, no presente estudo, foi o encontro de 42% de descondicionamento nos controles, pois foram incluídas crianças e adolescentes que relataram participar de atividades físicas recreativas ao menos três vezes por semana. É possível que essas crianças e adolescentes, controles do presente estudo, estejam realizando atividade física regular, mas sem a intensidade necessária para gerar condicionamento. As recomendações atuais de nível de atividade física são elaboradas com base no nível de atividade relatado.³² O IPAQ (versão curta), um questionário padronizado e com tradução para o português brasileiro, foi desenvolvido para avaliar o nível de atividade física, é uma alternativa para identificar o nível de atividade, em que pesem as limitações de questionários e a possibilidade de viés de memória, considerando o ônus de fazer o TECP.⁸

A prevalência geral de inatividade em dados populacionais é de 80%.^{24,32} Poucas crianças e adolescentes seguem as recomendações preconizadas de nível de AF.³² No Brasil, dados da Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PENSE) demonstraram que, em 2015, 65,6% dos estudantes do 9º ano do ensino fundamental não acumularam ao menos 300 minutos de atividades físicas por semana.³³ Visto à luz dos dados populacionais sobre descondicionamento, os dados de nossos controles saudáveis não parecem tão surpreendentes. Grupo de trabalho da Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP) recomenda que pediatras incluam em suas anamneses perguntas sobre atividade física.³⁴

O encontro de descondicionamento, também no grupo - controle, vem expor desafios que deverão ser enfrentados, e salientam a necessidade de implementação de políticas de saúde para o enfrentamento da efetiva realização de atividades físicas em crianças e adolescentes brasileiros.

No grupo- asma, do presente 100% deles foram considerados inativos. Inversamente, outros autores referiram que a proporção de asmáticos ativos foi maior que a de asmáticos inativos, mas não mensuraram o VO_2 para avaliar a proporção de descondicionamento. Foi evidenciado ainda que não houve associação entre nível de atividade física e BIE, e apesar do BIE ter sido mais prevalente na asma grave, não foi associado a nível de atividade física (AF).⁸

Em nosso estudo, o questionário IPAQ no grupo - controle, comparado ao padrão ouro (TCPE) discriminou bem o descondicionamento físico. Sendo esse um questionário de

rastreio para avaliação do nível de atividade física, pode ser interessante que os profissionais de saúde o utilizem na prática clínica, em que pesem as limitações do questionário IPAQ, para se ter uma avaliação do nível de atividade física. Cabe ressaltar, que a inatividade física, nem sempre resulta em descondicionamento, pois um se refere ao nível de atividade diária, e outro a capacidade aeróbica. Mas, outros estudos devem ser realizados, pois podem ser características da amostra do presente estudo.

Quando comparamos os dois grupos em nosso estudo, não encontramos diferença em relação a sexo, peso e índice de massa corporal e nenhum indivíduo foi classificado como obeso (sabidamente altera o VO_2). Mas houve diferença estatisticamente significativa quanto à estatura, pois asmáticos apresentaram menor estatura. Essa diferença não tem impacto na variável VO_2 , uma vez que esta depende de peso e sexo.²⁸ Mas, a menor estatura de asmáticos pode ter sido decorrente das doses elevadas de corticoide inalado que nossos pacientes estavam utilizando. Mas, mesmo utilizando elevadas doses de corticoide inalado associado a outros controladores, a função pulmonar destes tem diferenças em relação aos seus pares, o que pode também ser decorrente da baixa estatura. O menor ganho da função pulmonar em uma idade em que é esperado o ganho dessa, é uma preocupação na asma grave refratária.²⁹

Estudo para avaliar o impacto do tratamento da asma na atividade física, em crianças com asma moderada, encontrou também que elas cresceram menos que seus controles saudáveis e consideraram que esse resultado era esperado devido ao uso de corticoides inalados.³⁵ A asma grave e/ou mal controlada pode prejudicar o crescimento da criança. O uso regular de corticosteroides inalados pode causar pequena redução no crescimento linear em crianças com asma, mas os benefícios bem estabelecidos dos corticosteroides inalados no controle da asma superam os potenciais efeitos adversos no crescimento, mas é recomendado utilizar a mínima dose possível.³⁶

Não houve associação significativa entre descondicionamento e BIE neste estudo, o que não implica que não haja significância clínica. Um dado que surpreendeu foi que os pacientes descondicionados utilizaram doses mais elevadas de corticoide que os pacientes com BIE. Isso sugere que médicos talvez reconheçam mais o BIE do que o descondicionamento físico.

O BIE e o descondicionamento não terem sido associados estatisticamente, corrobora que são entidades diferentes e, portanto, podem exigir abordagens terapêuticas próprias. Mas, é possível que os pacientes com BIE, ficando inativos, venham a se tornar descondicionados e as duas condições possam vir a se associar. É razoável, na prática clínica, que em paciente com limitação ao exercício receba a abordagem fisioterapêutica do

descondicionamento através da reabilitação pulmonar e posteriormente seja avaliado o broncoespasmo induzido por exercício.

Esses dados podem ter aplicabilidade clínica, pois não se justifica intensificação de tratamento ou administração de broncodilatador de curta ação em crianças e adolescentes com asma cuja causa da limitação ao exercício físico é o descondicionamento, e não apresentaram BIE ao TECP.

Alguns autores questionaram, de forma pertinente, sobre a praticidade da utilização do TECP para avaliação da capacidade aeróbica em pacientes com asma, uma vez que esse teste demanda tempo, expertise e equipamentos onerosos. Uma alternativa pode ser a utilização do teste *shuttle* modificado, embora não meça o pico de VO_2 , foi encontrada correlação entre a distância percorrida no teste *shuttle* e o pico de VO_2 mensurado pelo TCPE, inferindo redução da capacidade aeróbica.¹³

Nossos pacientes estavam sem ataques de asma há 12 meses e classificados como controle parcial, pois mantinham queixas de limitação à atividade física. Nenhum deles necessitou de broncodilatador de resgate após o TECP ou apresentou dessaturação. É necessário distinguir as crianças e adolescentes com sintomas recorrentes de asma durante o exercício, que são decorrentes de falha no controle, daquelas com broncoespasmo no exercício e com controle adequado da asma.

Todos esforços deveriam ser realizados para compreender as razões da limitação ao exercício físico, antes de escalonar tratamento farmacológico. O TECP, além do auxílio diagnóstico, fornece parâmetros objetivos para o fisioterapeuta programar a reabilitação desses pacientes.⁴

A prescrição de exercícios físicos para asmáticos depende do controle da asma e do diagnóstico positivo ou negativo de BIE.³⁷ Os pacientes com a asma controlada e sem histórico de BIE podem fazer atividades físicas sem restrição.³⁸ Entretanto, asmáticos com BIE deveriam priorizar exercícios físicos em intensidade moderada, entre 40 e 59% do VO_2 máx ou entre 55 e 69% da $FC_{máx}$ para evitar o desencadeamento de BIE.³⁹ Além disso, em indivíduos asmáticos com histórico de BIE e que pretendam se exercitar em intensidades mais elevadas, o uso de broncodilatador é recomendado.³⁹

A importância da prática de atividade física para asmáticos é inegável. A prescrição de atividades físicas para essa população deve levar em consideração a crise e a asma induzida pelo exercício. Mesmo sabendo que o exercício não melhora a função pulmonar basal o aumento nos níveis de atividade física, a redução do comportamento sedentário e a melhora na aptidão física e na qualidade de vida justificam a sua recomendação.⁴⁰ Contudo, ainda

existem várias lacunas sobre os aspectos relacionados ao BIE, bem como os efeitos do treinamento físico sobre as variáveis funcionais, imunológicas e inflamatórias associadas a essa condição.⁴⁰ Mas, importante considerar que nossos pacientes estavam em uso de vários controladores e , ainda assim, sem controle adequado dos sintomas ao exercício.

Esta pesquisa tem limitações, e a principal delas é o reduzido número de pacientes com asma grave refratária. Mas a asma grave refratária é um fenótipo raro (possivelmente inferior a 1%). Os nossos pacientes foram selecionados de uma coorte de asma grave, com diagnóstico bem estabelecido e acompanhamento regular, em que múltiplos métodos são utilizados para aferir a adesão, minimizar a exposição a alérgenos e controlar as comorbidades^{14,28}. Selecionamos, desta coorte, apenas os que apresentavam queixas de limitação ao exercício físico. O poder da amostra foi calculado *a posteriori*. Foi baseado no consumo máximo de oxigênio entre os grupos asma e controle. *Effect size* de 1,0, $p = 0,05$, e com o número de 19 para grupo controle e 20 para grupo asma, o poder foi de 0,89.

Em conclusão, nossos pacientes com asma grave refratária e queixa de limitação ao exercício físico, esta foi decorrente do descondicionamento físico, do broncoespasmo induzido, sendo a associação entre ambos a mais frequente, não se tratando de falha no controle da asma. Recomendamos que pacientes com asma grave mantendo queixas no exercício, apesar do tratamento adequado, sejam avaliados por métodos objetivos, não só para broncoespasmo induzido por exercício, mas também para descondicionamento físico e, dessa forma, conduzidos de forma individualizada e sem escalonamento da terapêutica medicamentosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- *Global Strategy for Asthma Management and Prevention*, Global Initiative for Asthma (GINA) 2018. Disponível em: www.ginasthma.org
- 2- Van Brussel M, Bongers BC, Hulzebos EHJ, Burghard M, Takken T. A systematic approach to interpreting the cardiopulmonary exercise test in pediatrics. *Pediatr Exerc Sci*. 2019; 31(2):194–203.
- 3- Basso RP, Jamami M, Pessoa BV, Labadessa IG, Regueiro EMG, di Lorenzo VAP. Avaliação da capacidade de exercício em adolescentes asmáticos e saudáveis. *Rev Bras Fisioter*. 2010; 14(3):252–8.
- 4- Weisman IM, Marciniuk D, Martinez FJ, Sciurba F, Sue D, Myers J. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003; 167(2):211–77.
- 5- Cassol VE, Trevisan ME, Moraes EZC, Portela LOC, Barreto SSM. Broncoespasmo induzido pelo exercício em crianças e adolescentes com diagnóstico de asma. *J Bras Pneumol*. 2004; 30(2):102–8.
- 6- Aguiar KB, Anzolin M, Zhang L. Global prevalence of exercise-induced bronchoconstriction in childhood: A meta-analysis. *Pediatr Pulmonol*. 2018; 53(4):412–25.
- 7- Correia Júnior MAV, Costa EC, Sarinho SW, Rizzo JÂ, Sarinho ESC. Exercise-induced bronchospasm in a hot and dry region: study of asthmatic, rhinitistic and asymptomatic adolescents. *Expert Rev Respir Med [Internet]*. 2017; 11(12):1013–9.
- 8- Correia MADV, Rizzo JA, Sarinho SW, Sarinho ESC, Medeiros D, Assis F. Effect of exercise-induced bronchospasm and parental beliefs on physical activity of asthmatic adolescents from a tropical region. *Ann Allergy, Asthma Immunol [Internet]*. 2012; 108(4):249–53.
- 9- Rodrigues JC, Takahashi A, Olmos FMA, Souza JB de, Bussamra MHF, Cardieri JMA. Efeito do índice de massa corpórea na gravidade da asma e na reatividade brônquica induzida pelo exercício em crianças asmáticas com sobrepeso e obesas. *Rev Paul Pediatr*. 2007; 25(3):207–13.
- 10- Lima PB, Santoro IL, Caetano LB, Cabral ALB, Fernandes ALG. Desempenho de uma escala analógica visual legendada na determinação do grau de dispneia durante

- teste de broncoespasmo induzido por exercício em crianças e adolescentes asmáticos. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2010.
- 11-Dantas FMNA, Correia MAV, Silva AR, Peixoto DM, Sarinho ESC, Rizzo JA. Mothers impose physical activity restrictions on their asthmatic children and adolescents: An analytical cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2014; 14(1):1–7.
 - 12-Neder, JA, Fernandes ANG, Silva AC, Cabral ALDB, Nery, LE. Relationship between aerobic fitness and clinical indicators of asthma severity in children. *Jornal de Pneumologia*;1988,24(1), 3-10.
 - 13-Schiwe D, Heinzmann-Filho JP, Schindel CS, Gheller MF, Campos NE, Pitrez PM, *et al*. Modified Shuttle test distance correlates with peak oxygen uptake in children and adolescents with severe therapy-resistant asthma. *Front Physiol*. 2019; 10(October):1–8.
 - 14- Andrade WCC, Lasmar LMLBF, Tonelli RCA, Camargos PAM, Cruz ÁA. Phenotypes of severe asthma among children and adolescents in Brazil: A prospective study. *BMC Pulm Med* [Internet]. 2015; 15(1):1–10.
 - 15-Asher MI, Keil U, Anderson HR, Beasley R, Crane J, Martinez F, *et al*. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC): rationale and methods. *Eur Respir J*. 1995;8(3):483-91.
 - 16-Roxo JP, Ponte EV, Ramos DC, Pimentel L, D'Oliveira Júnior A, Cruz AA. [Portuguese-language version of the Asthma Control Test]. *J Bras Pneumol*. 2010;36(2):159-66.
 - 17-Oliveira SG, Sarria EE, Roncada C, Stein RT, Pitrez PM, Mattiello R. Validation of the Brazilian version of the childhood asthma control test (c-ACT). *Pediatr Pulmonol*. 2016; 51(4):358–63.
 - 18-Bousquet J, Reid J, Van Weel C, Cagnani CB, Canonica GW, Demoly P, *et al*. Allergic rhinitis management pocket reference 2008. *Allergy Eur J Allergy Clin Immunol*. 2008; 63(8):990–6.
 - 19-Bousquet J, Heinzerling L, Bachert C, Papadopoulos NG, Bousquet PJ, Burney PG, *et al*. Practical guide to skin prick tests in allergy to aeroallergens. *Allergy Eur J Allergy Clin Immunol*. 2012; 67(1):18–24.
 - 20-Beydon N, Davis SD, Lombardi E, Allen JL, Arets HGM, Aurora P, *et al*. Pulmonary function testing in preschool children. An Official American Thoracic

- Society/European Respiratory Society Statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007; 175(12):1304–45.
- 21-Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, *et al*. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005; 26(2):319–38.
- 22-Quanjer PH, Cole TJ, Hall GL, Culver BH. Report of the Global Lung Function Initiative (GLI), ERS Task Force to establish improved Lung Function Reference Values, including supplement. *Eur Respir J*. 2013; 40(6):1324–43.
- 23-Parsons JP, Hallstrand TS, Mastronarde JG, *et al*. An official American Thoracic Society clinical practice guideline: exercise-induced bronchoconstriction. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;187:1016–27.
- 24-Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira L, Braggion G. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Atividade Física & Saúde* 6(2):5-18, 2001
- 25-Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, *et al*. The physical activity guidelines for Americans. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2018; 320(19):2020–8.
- 26-American College Of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e prescrição de exercícios. 10ª ed. Copyright 2018. Disponível em: WWW.acsm.org
- 27-Burneto AF. Comparação entre a escala modificada de Borg e a escala de Borg modificada análogo visual aplicadas em pacientes com dispnéia. *Rev Bras Ciênc Mov* 1989; 3(1):34-40.
- 28-Cooper DM, Weiler-Ravell D, Whipp BJ, Wasserman K. Aerobic parameters of exercise as a function of body size during growth in children. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1984; 56(3):628–34.
- 29-Queiroz MVNP, Alvim CG, Cruz ÁA, Lasmar LMLBF. Lung function in severe pediatric asthma: A longitudinal study in children and adolescents in Brazil. *Clin Transl Allergy [Internet]*. 2017;7(1):1–11.
- 30-Rajeev B, Abu-Hasan M, Weinberger m. Exercise-induced dyspnea in children and adolescents: differential diagnosis. *Pediatric annals* 48.3 (2019): e121-e127.
- 31-Villa F, Castro APBM, Pastorino AC, Santarém JM, Martins MA, Jacob CMA, *et al*. Aerobic capacity and skeletal muscle function in children with asthma. *Arch Dis Child*. 2011; 96(6):554–9.

- 32- World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: WHO; 2011. Available from: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/en/index.html> or contact WHO on dietandhealth@who.int.
- 33- Penna G. Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE). *Ciênc Saúde Colet*. 2010; 15: 3006–3006.
- 34- Barros RR, Silva LR, Quadros TMB, Gordia AP, Mota J, Barros MVG, *et al*. Manual de Orientação Promoção da Atividade Física na Infância e Adolescência. *Soc Bras Pediatr*. 2017; 1(1):1–14.
- 35- Vahlkvist S, Pedersen S. Fitness, daily activity and body composition in children with newly diagnosed, untreated asthma. *Allergy Eur J Allergy Clin Immunol*. 2009;64(11):1649–55.
- 36- Zhang L, Lasmar LB, Castro-Rodriguez JA. The impact of asthma and its treatment on growth: an evidence-based review. *J Pediatr (Rio J)*. 2019;95 Suppl 1:10-22
- 37- Laitano O, Meyer F. Asma induzida pelo exercício: aspectos atuais e recomendações. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(1):67-70.
- 38- Wanrooij VH, Willeboordse M, Dompeling E, van de Kant KD. Exercise training in children with asthma: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2014;48(13):1024-31.
- 39- Del Giacco SR, Firinu D, Bjermer L, Carlsen KH. Exercise and asthma: a overview. *Eur Clin Respir J*. 2015;2:27984
- 40- Lopes WA, Porto FE, Leite N. Effect of physical training on exercise-induced bronchospasm in young asthmatics. *Rev Bras Med do Esporte*. 2020; 26(1):77–81.

APÊNDICE E ANEXOS

Anexo 1: Protocolo de pesquisa

Projeto Piloto Protocolo de pesquisa

Critérios de inclusão:

- Idade entre 7 e 18 anos
- Apto a realizar as manobras necessárias a realização da Ergoespirometria
- Asma grave controlada ou parcialmente controlada (limitação ao exercício)
- Ter assinado o TCLE

Critérios de exclusão:

- exacerbação atual e nos últimos 21 dias
- IVA's nos últimos 21 dias
- comorbidades ortopédicas que comprometam a realização do teste
- cardiopatias

Limitação ao exercício em crianças e adolescentes com asma grave refratária

- 1- Paciente _____
- 2- Iniciais _____
- 3- Numero de prontuário HC: _____
- 4- Prontuário Cemad: _____
- 5- Endereço: _____
- 6- Região de Minas Gerais: _____
- 7- Telefone: _____
- 8- Nome da mãe: _____
- 9- Renda familiar per capita: _____
- 10- Data de admissão na pesquisa: _____
- 11- Data de admissão no Cemad (D/M/A): _____
- 12- Idade de admissão no Cemad (anos): _____
- 13- Referenciamento: _____
- 14- Tempo de acompanhamento no Cemad (anos): _____
- 15- Idade de inicio dos sintomas (meses): _____
- 16- Idade de inicio de corticóide inalado: _____
- 17- Tabagismo passivo na gestação: _____
- 18- Tabagismo passivo durante o acompanhamento (anos): _____
- 19- Internações prévias em CTI: _____
- 20- Internações nos últimos 12 meses em CTI: _____
- 21- Internações com exacerbação grave nos últimos 12 meses: _____
- 22- ACT inicial Cemad: _____
- 23- GINA de inicio no Cemad (basal): _____
- 24- Dose de corticóide inalado (equivalente a Budesonida): _____
- 25- Numero de cursos de corticóide oral no ultimo 12 meses: _____
- 26- Outros medicamentos (basais): _____
- 27- FENO (ppb) basal: _____

- 28- Comorbidades basais: _____
- 29- Escore de Rinite basal: _____
- 30- QV basal do paciente: _____
- 31- QV basal do responsável: _____
- 32- Peso basal (kg): _____
- 33- Peso basal (score Z) : _____
- 34- Estatura na admissão do cemad (cm): _____
- 35- Estatura em score Z: _____
- 36- IMC basal: _____
- 37- IMC em score Z: _____
- 38- Diagnóstico nutricional basal: _____
- 39- CVF (l/s basal): _____
- 40- CVF (percentual do previsto) basal: _____
- 41- VEF1 (l/s) basal: _____
- 42- VEF(% do previsto) basal): _____
- 43- VEF1/ CVF (%) basal: _____
- 44- FEF 25/75% (l/s) : _____
- 45- FEF 25/ 75% (% do previsto): _____
- 46- Variação do VEF1 pós BD (ml): _____
- 47- Variação do VEF1 pós BD (ml) em percentual: _____
- 48- ACT na admissão na pesquisa: _____
- 49- Nível de controle GINA na ADM da pesquisa: _____
- 50- Nível de controle ATS na ADM da pesquisa: _____
- 51- Dose de corticóide inalado na ADM da pesquisa (bud equivalente): _____
- 52- Curso de corticóide oral contínuo na ADM: _____
- 53- Uso de Omalizumabe na ADM da pesquisa: _____
- 54- Uso de Beta 2 longa na ADM da pesquisa: _____
- 55- Uso de Antileucotrieno na ADM da pesquisa: _____
- 56- Uso de Tiotrópio na ADM da pesquisa: _____
- 57- Você faz atividade física? _____
- 58- Qual atividade física: _____
- 59- Quantas vezes por semana? _____
- 60- Quantos minutos?: _____
- 61- Você realiza atividade física no frio: _____
- 62- Você realiza atividade física em local poluído? _____
- 63- Você faz aquecimento antes da atividade física? _____
- 64- Por quanto tempo aquece? _____
- 65- Porque não realiza atividade física?: _____
- 66- Limitação à atividade física? _____
- 67- Qual a limitação? _____
- 68- Escore de Rinite na ADM da pesquisa: _____
- 69- Peso (kg) na ADM da pesquisa: _____
- 70- Peso em score Z na ADM da pesquisa? _____
- 71- Escore nutricional na ADM da pesquisa: _____
- 72- Variáveis da Ergoespirometria

Anexo 2: Questionário IPAQ versão curta:

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA - IPAQ

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Voce trabalha de forma remunerada: () Sim () Nao

Quantas horas voce trabalha por dia: _____

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

1a Em quantos dias da última semana você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias _____por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: _____Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por **pelo menos 10 minutos contínuos**, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar volei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

4a Estas últimas perguntas são em relação ao tempo que você gasta sentado ao todo no trabalho, em casa, na escola ou faculdade e durante o tempo livre. Isto inclui o tempo que você gasta sentado no escritório ou estudando, fazendo lição de casa, visitando amigos, lendo e sentado ou deitado assistindo televisão.

Quanto tempo por dia você fica sentado em um dia da semana?

Horas: _____ Minutos: _____

4b Quanto tempo por dia você fica sentado no final de semana?

Horas: _____ Minutos: _____

Anexo 3: ISAAC

Questionário ISAAC para asma

A questão de número 1 - Alguma vez na vida você (seu filho) teve sibilos (chiado no peito)?

- A questão de número 2 - Nos últimos doze meses você (seu filho) teve sibilos (chiado no peito)?

- A questão de número 3 - Nos últimos doze meses quantas crises de sibilos (chiado no peito) você (seu filho) teve?

- A questão de número 5 - Nos últimos doze meses o seu chiado (de seu filho) foi tão forte a ponto de impedir que você (seu filho) conseguisse dizer mais de duas palavras entre cada respiração?

- A questão de número 6 - Alguma vez você (seu filho) teve asma? avalia a asma diagnosticada geralmente por médico.

- A questão de número 7 - Nos últimos doze meses você (seu filho) teve chiado no peito após exercícios físicos?

- A questão de número 8 - Nos últimos doze meses você (seu filho) teve tosse seca à noite, sem estar gripado ou com infecção respiratória?

Referência: Solé D, Naspitz CK. Epidemiologia da asma: estudo ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood). Rev Bras Alergia Imunopatol. 1998;21(2):38-45

Anexo 4: Questionário ARIA para Rinite Alérgica

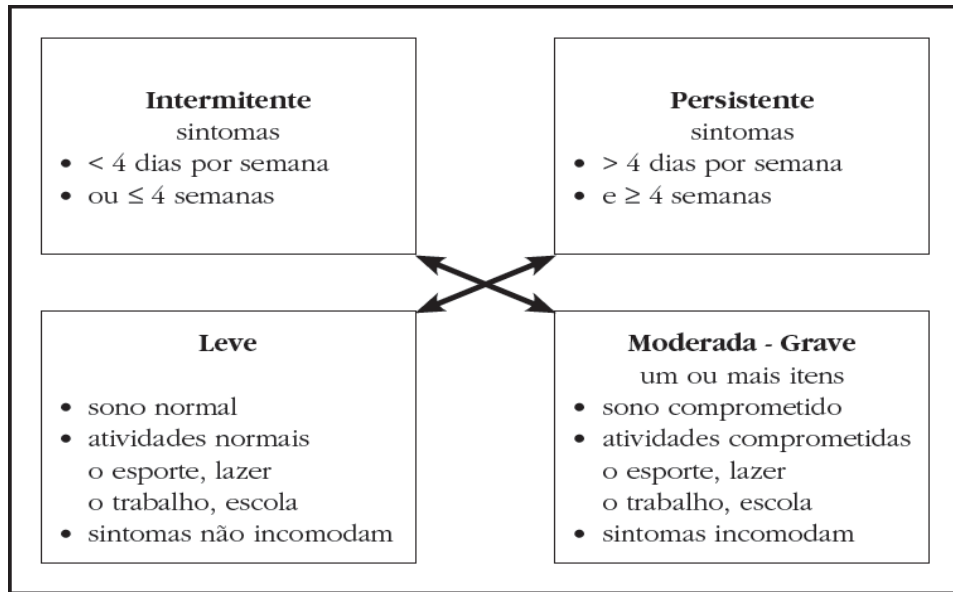


Figura 1. Classificação da Rinite Alérgica segundo ARIA - *Allergic Rhinitis and Its Impact on Asthma*(2001, 2008).

Anexo 5: Escala de Borg Modificada

Escala de Borg Modificada	
0	Nenhuma
0.5	Muito, muito, leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderada
4	Um pouco forte
5	Forte
6	
7	Muito forte
8	
9	Muito, muito, forte
10	Máxima

Anexo 6: *Asthma Control Test* - ACT maiores de 12 anos

















Nome:

Data:

Nas últimas quatro semanas:	
Q1. A asma prejudicou suas atividades no trabalho, na escola ou em casa?	
<input type="checkbox"/>	Nenhuma vez
<input type="checkbox"/>	Poucas vezes
<input type="checkbox"/>	Algumas vezes
<input type="checkbox"/>	Maioria das vezes
<input type="checkbox"/>	Todo o tempo
Q2. Como está o controle da sua asma?	
<input type="checkbox"/>	Totalmente descontrolada
<input type="checkbox"/>	Pobrementemente controlada
<input type="checkbox"/>	Um pouco controlada
<input type="checkbox"/>	Bem controlada
<input type="checkbox"/>	Completamente controlada
Q3. Quantas vezes você teve falta de ar?	
<input type="checkbox"/>	De jeito nenhum
<input type="checkbox"/>	Uma ou duas vezes por semana
<input type="checkbox"/>	Três a seis vezes por semana
<input type="checkbox"/>	Uma vez ao dia
<input type="checkbox"/>	Mais que uma vez ao dia
Q4. A asma acordou você à noite ou mais cedo que de costume?	
<input type="checkbox"/>	De jeito nenhum
<input type="checkbox"/>	Uma ou duas vezes
<input type="checkbox"/>	Uma vez por semana
<input type="checkbox"/>	Duas ou três noites por semana
<input type="checkbox"/>	Quatro ou mais noites por semana
Q5. Quantas vezes você usou o remédio por inalação para alívio?	
<input type="checkbox"/>	De jeito nenhum
<input type="checkbox"/>	Uma vez por semana ou menos
<input type="checkbox"/>	Poucas vezes por semana
<input type="checkbox"/>	Uma ou duas vezes por dia
<input type="checkbox"/>	Três ou mais vezes por dia

O escore do questionário é calculado a partir da soma dos valores de cada questão, as quais valem de 1 a 5 pontos. As respostas que indicam maior controle da asma devem receber maior pontuação. Dessa forma, o escore do questionário varia entre 5 e 25 pontos: quanto maior o escore, mais controlada é a asma.

Anexo 7: c- ACT

QUESTÃO	PONTUAÇÃO
<p>1 - Como está sua asma hoje?</p>  <p>(0) Muito ruim</p>  <p>(1) Ruim</p>  <p>(2) Boa</p>  <p>(3) Muito boa</p>	
<p>2 - Quanto problema sua asma causa quando você corre, se exercita ou pratica algum esporte?</p>  <p>(0) Muito problema. Não posso fazer o que quero</p>  <p>(1) É um problema e eu não gosto</p>  <p>(2) Algum problema, mas tudo bem</p>  <p>(3) Nenhum problema</p>	
<p>3 - Você tosse devido a sua asma?</p>  <p>(0) Sim, o tempo todo</p>  <p>(1) Sim, a maior parte do tempo</p>  <p>(2) Sim, às vezes</p>  <p>(3) Não, em nenhum momento</p>	
<p>4 - Você acorda no meio da noite devido a sua asma?</p>  <p>(0) Sim, o tempo todo</p>  <p>(1) Sim, a maior parte do tempo</p>  <p>(2) Sim, às vezes</p>  <p>(3) Não, em nenhum momento</p>	
<p>5 - Nas últimas 4 semanas, quantos dias/mês seu filho teve algum sintoma da asma durante o dia?</p> <p>(5) Nenhum (4) 1 a 3 dias/mês (3) 4 a 10 dias/mês (2) 11 a 18 dias/mês (1) 19 a 24 dias/mês (0) Todos os dias</p>	
<p>6 - Nas últimas 4 semanas, quantos dias/mês seu filho teve algum chiado durante o dia?</p> <p>(5) Nenhum (4) 1 a 3 dias/mês (3) 4 a 10 dias/mês (2) 11 a 18 dias/mês (1) 19 a 24 dias/mês (0) Todos os dias</p>	
<p>7 - Nas últimas 4 semanas, quantos dias/mês seu filho acordou no meio da noite devido à asma?</p> <p>(5) Nenhum (4) 1 a 3 dias/mês (3) 4 a 10 dias/mês (2) 11 a 18 dias/mês (1) 19 a 24 dias/mês (0) Todos os dias</p>	
<p>ESCORE FINAL (soma dos 7 itens acima)</p>	
<p>IMPORTANTE: A criança deverá responder às questões de 1 a 4. Os pais podem ajudar na leitura das mesmas, mas a criança deverá escolher a opção. Os pais devem responder às questões 5 a 7 sem se deixar influenciar pelas respostas iniciais da criança. O escore do questionário é calculado a partir da soma dos valores de cada questão. As respostas que indicam maior controle da asma devem receber maior pontuação. Dessa forma, o escore do questionário varia entre 0 e 27 pontos: quanto maior o escore, mais controlada é a asma. Escore \geq 19 pontos: asma controlada.</p>	

* Oliveira SG, Sarría EE, Roncada C, Stein RT, Pitrez PM, Mattiello R. Validation of the Brazilian version of the childhood asthma control test (c-ACT). *Pediatr Pulmonol.* 2016;51(4):358-63.