

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

MARYJÔSE CARVALHO DE MELLO

**EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO COM VIDEO GAME ATIVO E
DO TREINAMENTO COMBINADO COM EXERCÍCIO RESISTIDO
EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES ASMATICOS: ENSAIO CLINICO
CONTROLADO, ALEATORIZADO E CEGO**

São Paulo

MARYJÔSE CARVALHO DE MELLO

**EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO COM VIDEO GAME ATIVO E DO
TREINAMENTO COMBINADO COM EXERCÍCIO RESISTIDO EM CRIANÇAS E
ADOLESCENTES ASMATICOS: ENSAIO CLINICO CONTROLADO,
ALEATORIZADO E CEGO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Ciências da Reabilitação
da UNINOVE

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Costa

São Paulo

Dezembro de 2017

Mello, Maryjôse Carvalho.

Efeitos do treinamento físico com vídeo game ativo e do treinamento combinado com exercício resistido em crianças e adolescentes asmáticos: ensaio clínico controlado, aleatorizado e cego. / Maryjôse Carvalho Mello. 2017.

69 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2017.

Orientador (a): Prof. Dr. Dirceu Costa.

1 Crianças e adolescentes asmáticos. 2. Treinamento físico. 3. Videogame ativo. 4 Exercício resistido.

I. Costa, Dirceu. II. Título.

CDU 615.8

São Paulo, 18 de dezembro de 2017.

TERMO DE APROVAÇÃO

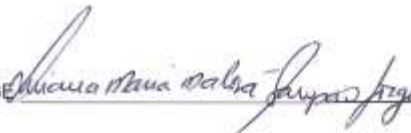
Aluno (a): MARYJÓSE CARVALHO DE MELLO

Título da Dissertação: "Efeitos do treinamento físico com videogame ativo e do treinamento combinado com exercício resistido em crianças e adolescentes asmáticos: Ensaio clínico controlado, aleatorizado e cego"

Presidente: PROF. DR. DIRCEU COSTA



Membro: PROFª. DRª. LUCIANA MARIA MALOSÁ SAMPAIO JORGE



Membro: PROFª. DRª. MARLENE APARECIDA MORENO



DEDICATÓRIA

Agradeço em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada.

Ao Professor Dr. Dirceu Costa pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste trabalho, por seus ensinamentos e confiança ao longo das supervisões das minhas atividades na Universidade Nove de Julho. É um prazer tê-lo na banca examinadora.

Aos meus pais, Silvana e Adolfo, minha irmã Marijane, meus sobrinhos, e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

Agradeço também ao meu esposo, Rafael, que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades.

E a todos amigos e colegas que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

RESUMO

A asma é uma doença inflamatória crônica das vias aéreas, as crianças e os adolescentes asmáticos têm menor tolerância ao exercício físico. Neste sentido, os videogames ativos (VGA) e o exercício resistido vem ganhando destaque como forma de treinamento nesta faixa etária, promovendo adesão, motivação, redução da inflamação pulmonar, ganho de força muscular e gasto energético. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar se o acréscimo do exercício resistido ao aeróbio (combinado) reduz a inflamação pulmonar e melhora o controle clínico em crianças e adolescentes asmáticos de forma mais eficaz do que apenas o treinamento aeróbio com VGA. Trata-se de um Ensaio clínico controlado, randomizado, cego, com registro no Clinical Trials.gov: NCT03014154, para tal, 30 crianças e adolescentes foram avaliados e alocados de forma randomizada, para um grupo de VGA utilizando o XBOX 360 Kinect Adventure “Reflex Ridge” (grupo VGA) e exercícios sem carga e um grupo de VGA associado a exercício resistido (grupo VGAR) com intensidade 3 séries de 15 repetições, com 50% de 1 RM. O período de treinamento durou 8 semanas e envolveu 2 sessões semanais de 1 hora e 10 minutos, sendo 10 min. de aquecimento, 30 min. de VGA, 20 min. de exercícios e 10 min. de alongamento. Foi avaliado a inflamação pulmonar, função pulmonar, peak flow, força muscular respiratória, as variáveis antropométricas, questionários de controle clínico e qualidade de vida, aptidão física e força muscular periférica dos participantes antes e após os treinamentos. Os resultados, provenientes de 27 participantes que completaram o estudo (13 VGA e 14 VGAR) mostraram redução na inflamação pulmonar em ambos os grupos (cl clinicamente importante) porém o tamanho do efeito (TE) para redução da FeNO no grupo VGA foi de 0,47 (pequeno) e no grupo VGAR foi de 0,68 (médio). No TCP houve aumento na duração do teste, velocidade, inclinação e distância percorrida apenas no grupo VGA. E no grupo VGAR, melhora do condicionamento físico e rápido retorno cardiovascular a condição basal pela recuperação da FC após o teste (TE=0,90) foi maior em relação ao grupo VGA (TE=0,41). O aumento da carga máxima após teste de 1RM (MMSS partindo de 2 kg para 4 kg (TE=1,28) e MMII de 30 kg para 51 kg (TE= 1,09)) também foi maior no grupo VGAR. Em ambos os grupos houve melhora da qualidade de vida e melhor controle clínico da doença, além de nenhum participante de ambos os grupos não apresentarem broncoespasmo induzido pelo exercício durante as sessões. Estes resultados permitiram concluir que o treinamento combinado é mais eficaz na redução da inflamação pulmonar e possibilita a melhora da qualidade de vida, controle clínico da doença, da aptidão aeróbia, condicionamento físico e aumenta da força muscular em crianças e adolescentes asmáticos.

PALAVRAS CHAVE: Crianças e adolescentes Asmáticos; Treinamento Físico; Videogame ativo; Exercício Resistido.

ABSTRACT

Asthma is a chronic inflammatory disease of the airways, such as children and adolescents. In this sense, active video games (VGA) and resistance exercise have been gaining prominence as a form of training in this age group, promoting adhesion, motivation, reduction of pulmonary inflammation, muscular strength gain and energy expenditure. Thus, the objective of this study was to evaluate whether the increase of aerobic (combined) exercise reduces a pulmonary inflammation and improves clinical control in children and adolescents as trainers more effectively than only aerobic training with VGA. This is a randomized, blinded clinical trial with no registry Clinical Trials.gov: NCT03014154, 30 children and adolescents were randomly assigned to a VGA group using XBOX 360 Kinect Adventure "Reflex Ridge" (VGA group) and unladen exercises and VGA group associated with resistance exercise (VGAR group) with intensity 3 sets of 15 repetitions, with 50% of 1 RM. The training period lasted 8 weeks and involved 2 weekly sessions of 1 hour and 10 minutes, 10 minutes. heating, 30 min. of VGA, 20 min. of exercises and 10 min. the elongation. Pulmonary inflammation, pulmonary function, peak flow, respiratory muscle strength, as anthropometric variables, clinical control questionnaires and quality of life, physical fitness and peripheral muscular strength of the participants before and after the training were evaluated. The results, involving 27 study participants (13 VGA and 14 VGAR) showed reduction in lung inflammation in both groups (clinically important) but the effect size (TE) for reduction of FeNO in the VGA group was 0,47 (small) and in the VGAR group was 0.68 (mean). In TCP it occurred in the test week, velocity, slope and distance traveled only in the VGA group. And in the VGAR group, improvement in physical fitness and rapid cardiovascular return to basal condition by HR recovery after the test (TE = 0.90) was higher in relation to the VGA group (TE = 0.41). Maximum load increase after 1RM test (MMSS from 2 kg to 4 kg (TE = 1,28) and MMII from 30 kg to 51 kg (TE = 1,09)) was also higher in the VGAR group. In both groups, there was improvement in quality of life and better clinical control of the disease, and no participants in both groups were not in exercise-induced bronchospasm during the sessions. These results allowed us to conclude that combined training is more effective in reducing pulmonary inflammation and allows an improvement in quality of life, clinical control of the disease, aerobic fitness, physical fitness and muscular strength in children and adolescents.

KEYWORDS: Asthmatic children and adolescents; Physical training; Active videogame; Resistance Exercise.

SUMÁRIO

Capa

Folha de rosto.....	PÁG I
Ficha catalográfica.....	PÁG II
Dedicatória.....	PÁG III
Sumário.....	PÁG IV
Resumo.....	PÁG VI
Abstrac.....	PÁG VII
Lista de figuras.....	PÁG VIII
Lista de Gráficos.....	PÁG IX
1-Introdução.....	PÁG 10
1.1-Asma.....	PÁG 10
1.2-Inflamação pulmonar.....	PÁG 13
1.3-Exercício aeróbio e Asma.....	PÁG 15
1.4-Exercício resistido e Asma.....	PÁG 20
2-Objetivos.....	PÁG 25
2.1-Objetivos gerais.....	PÁG 25
2.2-Objetivos específicos.....	PÁG 25
3-Matérias e método.....	PÁG 25
3.1-Desenho do estudo.....	PÁG 25
3.2-Participantes.....	PÁG 26
3.3-Tamanho da amostra.....	PÁG 26
3.4-Randomização.....	PÁG 27
3.5-Desenho Experimental.....	PÁG 27
3.6-Intervenção.....	PÁG 29
3.6.1-Treinamento com vídeo game ativo.....	PÁG 29
3.6.2-Treinamento com vídeo game ativo e exercício resistido.....	PÁG 30
3.7-Desfechos.....	PÁG 32
3.7.1-Desfecho Primário.....	PÁG 32
3.7.1.1-Fração expirada de Oxido Nítrico.....	PÁG 32

3.7.2-Desfechos secundários.....	PÁG 34
3.7.2.1-Avaliação da Função Pulmonar.....	PÁG 34
3.7.2.2-Avaliação da Força Muscular Respiratória.....	PÁG 35
3.7.2.3-Avaliação da antropometria e composição corporal.....	PÁG 35
3.7.2.4-Questionários de controle da Asma e qualidade de vida.....	PÁG 36
3.7.2.5-Avaliação da Aptidão Física/Teste Ergométrico.....	PÁG 37
3.7.2.6-Teste de uma repetição máxima (1RM).....	PÁG 38
3.7-Tratamentos dos dados e análise estatística.....	PÁG 39
4-Resultados.....	PÁG 40
Tabela 1-Dados antropométricos.....	PÁG 40
Tabela.2-Inflamação pulmonar, composição corporal, função pulmonar e força muscular respiratória.....	PÁG 42
Tabela.3-Força Muscular após as intervenções.....	PÁG 44
Tabela 4-Teste ergométrico após as intervenções.....	PÁG 45
Tabela 5-Controle clínico da doença (ACQ6) e qualidade de vida (PAQLQ)....	PÁG 47
Tabela 6-Peak Flow, VEF ₁ nas sessões de intervenção em ambos os grupos....	PÁG 47
5-Discussões.....	PÁG 48
6-Conclusão.....	PÁG 52
7-Referências Bibliográficos.....	PÁG 53
8-Anexos.....	PÁG 57
8.1- Clinical.Trials.....	PÁG 57
8.2-Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).....	PÁG 65
8.2-Termo de Assentimento de participação em pesquisa aplicado a crianças a partir de 7 anos.....	PÁG 68
8.3-Ficha de Avaliação por sessão.....	PÁG 73
8.4-Ficha de Avaliação.....	PÁG 74
8.5-ACQ6.....	PÁG 77
8.6-PAQLQ.....	PÁG 79

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1: Fluxograma e desenho experimental.....	PÁG 28
Figura 2: Treinamento com Vídeo Game Ativo.....	PÁG 29
Figura 3: Treinamento resistido com membros superiores.....	PÁG 31
Figura 4: Treinamento resistido com membros inferiores.....	PÁG 31
Figura 5: Avaliação da Fração exalada de Oxido Nítrico (FeNO).....	PÁG 33
Figura 6: Avaliação da Função Pulmonar.....	PÁG 34
Figura 7: Avaliação da Bioimpedância.....	PÁG 36
Figura 8: Teste ergométrico.....	PÁG 38

LISTA DE GRÁFICOS:

Gráfico 1: Valores de Feno após ambos os treinamentos.....	PÁG 41
Gráfico 2: 1 RM de membros superiores após os treinamentos.....	PÁG 43
Gráfico 3: 1 RM de membros inferiores após os treinamentos.....	PÁG 43
Gráfico 4: FC durante o teste ergométrico no grupo combinado.....	PÁG 46
Gráfico 5: FC durante o teste ergométrico no grupo aeróbio.....	PÁG 46

1- INTRODUÇÃO

1.1 - ASMA

A Asma é uma doença inflamatória crônica das vias aéreas, definida pela história de sintomas respiratórios como chiado, falta de ar, aperto no peito e tosse, que variam ao longo do tempo e da intensidade, muitas vezes pioram à noite ou no início da manhã e é caracterizada pela hiperreatividade das vias aéreas inferiores. Estas variações são muitas vezes desencadeadas por fatores tais como: exercício, alérgenos, exposição a irritante, alteração do clima ou infecções respiratórias virais¹.

A Asma é uma das doenças crônicas mais comuns no mundo, acometendo cerca de trezentos milhões de indivíduos, o que corresponde a 1-18% da população em diferentes países e é responsável por ausência no trabalho e escola, gerando custos altos, em torno de 1 a 2% do orçamento total da saúde nos países desenvolvidos. Os investimentos em medicações de controle e orientações podem mudar esta realidade¹⁻³.

No Brasil existem aproximadamente vinte milhões de asmáticos, se for considerada uma prevalência global de 10%, nas grandes cidades 25% das crianças e dos adolescentes apresentam sintomas recorrentes como tosse, sibilância e dispneia. Houve uma redução no número de internações nos últimos 10 anos, porém a Asma ainda é a quinta causa mais frequente de internação, em torno de duzentas mil ao ano. Entre 2012 a 2014 gerou gastos de 100 milhões de reais por ano na saúde pública, com duas mil e quinhentas mortes por ano de 2008 a 2012, com taxas crescentes na região norte^{3,4}.

As exacerbações da Asma podem ser causadas por diversos fatores tais como: baixa aderência ao tratamento, técnica inalatória incorreta, sintomas descontrolados, tabagismo, uso elevado de beta-2 agonista de curta duração (aumento da mortalidade se utilizado dois ou mais frascos de 200 doses ao mês), baixo volume expirado forçado no primeiro segundo (VEF₁)<60% do previsto, alterações psicológicas ou socioeconômicas, obesidade, rinossinusite, alergia alimentar confirmada, eosinofilia, gravidez, intubação ou internação em unidade de terapia intensiva, hipersecreção crônica e uma ou mais exacerbações no último ano^{1,2}.

O diagnóstico da Asma é fornecido com base nos sintomas e evidência de limitação do fluxo aéreo, que deve ser comprovado com o teste de função pulmonar, lembrando que a espirometria mensura os volumes, capacidades e fluxos pulmonares, a partir de manobras respiratórias padronizadas, e os compara com padrões de referência para altura, sexo e idade, a interpretação da espirometria deve ser feita associada a dados clínicos e epidemiológicos e deve ser parte integrante da avaliação de pacientes com sintomas respiratórios^{1,2}. A espirometria auxilia ainda em quantificar a gravidade da doença, avaliar os efeitos de exposição ocupacional ou ambiental, após 3-6 meses de tratamento medicamentoso, para avaliar os efeitos de terapias (broncodilatadores, corticoides, reabilitação pulmonar) e periodicamente sempre que possível, como forma de acompanhamento da doença^{5,6}.

Uma outra medida para monitorar os sintomas da Asma, a resposta do paciente ao tratamento, detectar pioras assintomáticas da função pulmonar e fornecer ao paciente uma medida objetiva, prática e bastante viável com a finalidade de auxiliá-lo na percepção da gravidade da sua doença, apesar de também fazer parte da espirometria, é o pico de fluxo expiratório (PFE), normalmente conhecido pelo termo em inglês (Peak Flow), que é considerado o maior fluxo obtido em uma expiração forçada, a partir de uma inspiração completa ao nível da capacidade pulmonar total (CPT)^{1,2}. Essa medida é esforço e volume-dependente, e por isso requer cooperação do paciente. Apesar de mensurar o fluxo das vias áreas de grande calibre seus valores apresentam boa correlação com o VEF₁^{5,6}.

O Consenso Internacional de Diagnóstico e Manejo da Asma (GINA – 2016)¹ recomenda a medida do PFE para a monitorização de pacientes, a partir dos 5 anos de idade com Asma moderada e grave ou na Asma de difícil controle, pelo menos duas vezes ao dia, até o controle das crises, quando então, poderá ser efetuada sempre no mesmo horário uma vez ao dia. Variação média diária do PFE duas vezes ao dia durante duas semanas, em adultos, uma variação média diária > 10% e em crianças uma variação média diária >13%^{2,6}.

Os objetivos a longo prazo do manejo da Asma são alcançar um bom controle dos sintomas, minimizar o risco de exacerbações, limitação fixa do fluxo aéreo e efeitos colaterais do tratamento¹. É necessário que os profissionais da saúde orientem os pacientes asmáticos, pais e cuidadores no conhecimento da doença, tratamento, expectativas e preocupações, além da sua autogestão, reduzindo assim, a morbidade em adultos e crianças (Evidência A). A comunicação eficaz por parte dos profissionais da saúde traz melhores resultados no manejo

da Asma (Evidência B)². O baixo nível socioeconômico está associado à um pior controle da doença e maior risco de exacerbações⁴.

O controle da Asma em crianças e adolescentes é baseada em sintomas, limitação de atividades e uso de broncodilatadores^{1,2}. Uma análise cuidadosa do impacto da Asma sobre as atividades diárias de uma criança, incluindo esportes, diversão e vida social, também é importante neste processo de controle da doença. Os pais têm um período de lembrança mais longo do que as crianças, que podem se lembrar apenas nos últimos dias; portanto, é importante incluir as informações dos pais e da criança e/ou adolescentes asmáticos quando o nível de controle dos sintomas está sendo avaliado. Eles podem relatar irritabilidade, cansaço e alterações no humor em seu filho como os principais problemas quando a Asma não está controlada^{7,8}.

Várias pontuações de controle numérico, em forma de questionários, foram desenvolvidas para crianças, entre elas o Asthma Control Questionnaire 6 (ACQ6), que trata-se de um questionário para avaliar o controle clínico em pacientes asmáticos⁷.

Um outro importante questionário é o Paediatric Asthma Quality of Life Questionnaire (PAQLQ), o qual avalia a qualidade de vida das crianças com Asma por meio de três domínios (atividades, emoções e sintomas) em que a criança classifica seu grau de incomodo ou limitação⁸. A versão em português do Brasil, desenvolvida pelo MAPI Institute em 2001, demonstrou boa validade e reprodutibilidade deste questionário⁹.

Uma outra forma de adquirir o controle da doença quando os sintomas são frequentes, ou há presença de qualquer fator de exacerbação, como $VEF_1 < 80\%$ do previsto ou exacerbação nos 12 meses anteriores, é o tratamento regular com medicamento de controle (Evidência B)¹. Entre eles, os corticoides inalatórios (CI), os antagonistas dos receptores de leucotrienos e os corticosteróides orais. Os medicamentos de resgate para o alívio dos sintomas têm evidência A, no entanto, não existem evidências suficientes sobre a segurança do tratamento com Beta-2 agonista de curta duração sozinho, por isso esta opção deve ser reservada para pacientes com sintomas diurnos ocasionais, por menos de duas vezes por mês, com duração curta, sem vigília noturna e com função pulmonar normal^{1,2}.

A gravidade da Asma pode ser avaliada quando existe tratamento regular. Asma leve é bem controlada em até 3 meses (redução dos sintomas, risco de exacerbações, hospitalização e mortalidade) de tratamento com medicação de resgate, ou tratamento com baixa dose de CI ou antagonistas dos receptores de leucotrienos. Asma moderada é bem controlada com o tratamento com dose baixa de CI e beta-2 agonista de longa duração, ou média/alta dose de

CI, ou baixa dose de CI associada com antagonistas dos receptores de leucotrienos (para crianças de 6-11 anos, o tratamento preferido é CI de dose média). Asma grave requer o tratamento com média/alta dose de CI e beta-2 agonista de longa duração e antagonistas dos receptores de leucotrienos associado à tiotrópio, corticosteroides orais e anticorpo monoclonal humanizado do tipo IgG1 κ (Omalizumab) para doentes com Asma alérgica moderada ou grave (Evidência A). Mepolizumab (anti-interleucina-5) para pacientes com idade ≥ 12 anos com Asma eosinofílica grave (Evidência B)^{1,2}.

Como tratamento complementar incluem: 1) Cessação do tabagismo, orientação para os pais/cuidadores de crianças com Asma a não fumar próximo a elas (Evidência A-B); 2) Atividade física regular melhora a aptidão cardiopulmonar (Evidência B); 3) Para pacientes com Asma ocupacional, a remoção precoce da exposição ao agente sensibilizador e o tratamento aumentam a probabilidade de recuperação, 4) Para os pacientes sensibilizados para os ácaros da poeira doméstica e/ou animais de estimação, existem evidências limitadas de benefício com estratégias de prevenção de múltiplos componentes (apenas em crianças-Evidência B); 5) Incentivar os pacientes a consumir uma dieta rica em frutas e legumes (Evidência A). 6) Redução de peso para pacientes obesos com Asma (Evidência B). 7) Avaliação de saúde mental para pacientes com sintomas de ansiedade ou depressão (Evidência D)¹.

1.2- INFLAMAÇÃO PULMONAR

Pacientes com Asma apresentam altos níveis de Óxido Nítrico (NO) expirado e níveis elevados de indução de expressão enzimática de NO sintase (NOS2) nas células epiteliais de suas vias aéreas¹⁰. A Fração expirada de óxido nítrico (FeNO) reflete a presença de inflamação eosinofílica nas vias aéreas, e é um teste fácil, não invasivo, considerado um biomarcador potencialmente utilizado em pacientes com Asma para monitorar a eosinofilia nas vias aéreas, verificar a adesão ao CI e prever futuras exacerbações de Asma. Sabe-se que em crianças com Asma leve a moderada os valores de FeNO estão entre 20-40 partículas por milhões (ppm) e está relacionado com $VEF_1 > 86\%$, porém crianças e adolescentes asmáticos podem ter função pulmonar normal e FeNo alta^{10,11}.

O NO é um poluente atmosférico presente nos escapamentos dos veículos e na fumaça de cigarro, porém está presente no ar exalado dos humanos com as funções de vasodilatador,

broncodilatador, neurotransmissor e mediador inflamatório¹⁰. Foi descrito pela primeira vez na expiração dos humanos e outros vertebrados em 1991 estimulando investigações para determinar sua origem e potencial uso não invasivo. Em 1997, a concentração de NO exalado diferindo de outros gases como dióxido de carbono e nitrogênio foi altamente dependente da taxa de fluxo exalatório, após esta descoberta, em 1998, foi criado um modelo de dois compartimentos pulmonares para compreender a fisiologia e mecanismos de troca de gases¹⁰⁻¹³.

O modelo de dois compartimentos, ou seja, as vias aéreas e a região alveolar descreve a FeNO, sendo que o NO é produzido por células na membrana alveolar e durante a manutenção da expiração por aproximadamente 8 a 10 segundos a concentração na região alveolar atinge o estado de platô, à medida que o ar é deslocado por meio das vias aéreas de condução até a boca, o NO adicional é absorvido pelas paredes das vias aéreas¹⁰⁻¹³.

O NO é uma molécula altamente reativa sendo um radical livre e pode ter propriedades oxidantes. Sendo assim possui efeitos bactericidas e citotóxicos e pode atuar como um mediador pró-inflamatório predispondo ao desenvolvimento da hiperreatividade das vias aéreas. Sob condições fisiológicas o NO também age como um mediador de relaxamento do músculo liso protegendo contra a hiperreatividade. No ar exalado, o NO parece ter origem no epitélio das vias aéreas como um resultado da auto regulação do NOS2, que ocorre com a inflamação, e assim o NO exalado pode ser considerado como um marcador indireto para a regulação da inflamação das vias aéreas¹⁰⁻¹³.

A medida de NO exalado é padronizada para uso clínico e de acordo com a American Thoracic Society (ATS) é recomendada para o diagnóstico e monitorização da inflamação eosinofílica das vias aéreas, exposição a alérgenos, responsividade ao tratamento com corticosteróides em indivíduos com doenças respiratórias crônicas causadas por processo inflamatório, para adicionar ao diagnóstico de Asma e monitorar a inflamação pulmonar nos asmáticos^{10,11}. Utiliza-se pontos de corte para os valores de FeNO (entre 25 e 50 ppb em adultos e 20 a 35 ppb em crianças), considerado baixo se inferior a 25 ppb (20 ppb em crianças) e alta se superior a 50 ppb (35 ppb em crianças). Clinicamente considera-se como diferença mínima significativa tanto para mais como para menos 20% para os valores acima 50 ppb ou mais de 10 ppb para valores inferiores a 50 ppb^{10,12}.

Os valores inferiores podem indicar que a inflamação eosinofílica e a capacidade de resposta aos corticosteroides é menos provável em pacientes sintomáticos sem diagnóstico de

Asma ou em outras doenças como: Rinossinusite, Asma não-atópica, Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), Bronquiectasias, Fibrose Cística, Discinesia Ciliar Primária, ansiedade-hiperventilação, Doença do Refluxo Gastroesofágico, doença cardíaca, Hipertensão Pulmonar, Embolia Pulmonar, em fumantes e obesos. Em pacientes assintomáticos com diagnóstico de Asma prévia implica em redução da dose do corticosteroides e recomenda-se repetir a medida da FeNO em quatro semanas para confirmação^{10,12}.

Os valores aumentados podem indicar que a inflamação eosinofílica e a capacidade de resposta aos corticosteroides são prováveis em pacientes sintomáticos, sem diagnóstico de Asma ou em outras doenças e circunstâncias como: Asma atópica, Bronquite Eosinofílica, DPOC com fenótipo inflamatório misto, alta exposição persistente a alérgenos, má adesão ao tratamento, uso de inalatórios de forma incorreta, dose não ajustada dos corticoides, resistência ao uso de esteroides. Em pacientes assintomáticos com diagnóstico prévio de Asma recomenda-se aumento na terapia, mas a FeNO alta pode ser um fator de risco para uma exacerbação próxima^{10,12}.

1.3- EXERCÍCIO AERÓBIO E ASMA

Em 1950 foi descrita pela primeira vez a importância da atividade física em crianças e adolescentes, tais como: ciclismo, recreação, caminhada, dança, jogos ativos e esportes¹⁴. Atualmente as evidências sugerem que o exercício físico em crianças e adolescentes asmáticos melhora os sintomas, expectativa e qualidade de vida, fatores psicossociais, reduz mortalidade permite aquisição de habilidades sociais (liderança, trabalho em equipe), melhora a concentração na escola, aumenta a aptidão física, capacidade cardiorrespiratória e VO₂ máximo em até 20%¹⁵⁻¹⁷. Além de melhorar o broncoespasmo induzido pelo exercício (BIE) que afeta 40-90% das crianças asmáticas, reduz gastos com doenças crônicas, evita comorbidades como obesidade e transtornos mentais¹⁸. O treinamento físico regular também reduz a percepção de dispneia, inflamação pulmonar e melhora o controle clínico de pacientes asmáticos¹⁹. Apesar de tudo isso, a melhora da função pulmonar ainda possui evidência limitada, o que se sabe é que há melhora do Peak Flow após o exercício^{15,17-19}. Contudo, novos estudos são necessários com vistas ao aprofundamento do embasamento científico dessa estratégia de tratamento de crianças e adolescentes asmáticos.

Pacientes com Asma têm menor tolerância ao exercício físico devido a inatividade causada pela dispneia, o aumento da resistência das vias aéreas, e o BIE, levando a incapacidade do exercício físico e descondicionamento muscular periférico e cardiorrespiratório, o que provoca mais dispneia e fadiga exigindo aumento da ventilação pulmonar durante o exercício¹⁵. A limitação da capacidade de exercício físico está mais relacionada com a falta de aptidão física do que a limitação do fluxo aéreo. Em crianças, esta redução da aptidão física pode estar relacionada também ao mal estado nutricional além das restrições físicas, emocionais e sociais, o receio dos pais, principalmente quando a doença não é controlada adequadamente^{15,16}.

O teste cardiopulmonar (TCP) é um método diagnóstico com inúmeras indicações em crianças e adolescentes, considerado o padrão ouro para determinar intolerância ao exercício. O TCP consiste em avaliar o desempenho cardíaco, vascular, respiratório e metabólico em indivíduos saudáveis e com patologias, além de determinar as causas fisiopatológicas que o limitam²⁰. Pode ser utilizado para avaliar o impacto da doença no status funcional da criança e do adolescente e para o engajamento em um programa de reabilitação em crianças e adolescentes asmáticos²¹.

No Brasil, a esteira tem sido o método mais utilizado na prática clínica em laboratórios que realizam o TCP, sendo que o protocolo mais utilizado é o protocolo de Bruce²². Este protocolo foi projetado originalmente para diagnosticar a doença arterial coronariana em adultos, mas em crianças a partir de 4 anos fornece respostas do exercício, como tempo de resistência, capacidade de exercício e débito cardíaco²³. Tem duração em média de 8 a 12 minutos, com aumentos pequenos e constantes de velocidade e inclinação, individualizados para o sexo e idade do paciente tomando como base o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) previsto, que pode ser estimado pelas fórmulas do *American College of Sports Medicine* (ACSM) ou pelo questionário *Veterans Specific-Activity Questionnaire* (VSAQ)^{21,22}.

Este protocolo tem sido usado para prover informações sobre a capacidade de exercício, as características fisiopatológicas durante o esforço, a eficácia de medicamentos e o risco potencial de doenças^{22,23}. Villa, et al 2011²⁴ observaram redução do consumo máximo de oxigênio (VO_2) durante o TCP, e redução da resistência de quadríceps em crianças com Asma grave comparadas com o grupo de crianças não asmáticas.

O treinamento físico pode melhorar o BIE, a inflamação das vias aéreas e o aumento da permeabilidade dos brônquios em crianças e adolescentes com Asma, particularmente

quando os sintomas são mais prevalentes ou graves^{18,25}. Sabe-se que o BIE é o estreitamento reversível das vias aéreas causado alguns minutos após o exercício que resulta em dispneia, o que pode ser explicado por meio da teoria osmótica em que a hiperpneia durante o exercício leva a broncoconstrição, que por sua vez é causada pela inalação de ar seco, perda de água na mucosa respiratória e aumento da osmolaridade na superfície das vias aéreas, levando à liberação de mediadores broncoconstritores como histamina, prostaglandinas e leucotrienos de células inflamatórias (eosinófilos e mastócitos), esses mediadores interagem com células efetoras como o músculo liso e podem causar uma broncoconstrição transitória. Ou a teoria térmica, que afirma que a inalação de ar frio e seco seguido pelo reaquecimento rápido após o exercício, leva a vasodilatação, hiperemia da microvasculatura brônquica e edema da parede das vias aéreas causando obstrução¹⁸.

O controle da doença e redução do BIE é obtido com uso de CI, podendo ser usado também broncodilatadores antes do exercício físico, além de orientações para respirar pelo nariz, exercitar-se em um ambiente quente e úmido¹. Em alguns pacientes asmáticos, o exercício de aquecimento antes do exercício físico intenso pode ajudar a prevenir o BIE. Em crianças treinadas a melhora da aptidão cardiorrespiratória reduz a ventilação minuto para uma determinada carga de trabalho comparada com uma situação pré-treinamento. Sendo assim, como o aumento da ventilação é provavelmente a causa do BEI, a redução da ventilação minuto levaria a um estímulo de BIE menos intenso¹⁸.

O exercício físico também tem um efeito broncodilatador devido à liberação de mediadores como prostaglandina e óxido nítrico^{25,26}. Além disso, inspirações profundas durante o exercício levam a um aumento mecânico das células do músculo liso que broncodilatam as vias aéreas inferiores. Durante o treinamento parece haver um equilíbrio entre as respostas broncodilatadoras e broncoconstritoras, o que evita o BIE²⁶. Há evidências crescentes de que uma única sessão de exercício físico pode induzir o estresse oxidativo agudo e a inflamação das vias aéreas levando a um aumento no BIE, sendo que esta resposta inflamatória é refletida pelo aumento dos níveis de citocinas plasmáticas, como as interleucinas, principalmente a interleucina 6 (IL-6), porém em resposta a liberação de inibidores de citocinas (receptores IL-1ra e fator de necrose tumoral (TNF) (TNF-R)) e a citocinas IL-10 anti-inflamatória, reduzem a magnitude e duração da resposta inflamatória durante o exercício físico^{13,26,27,29}.

Sendo assim, o exercício regular pode diminuir a inflamação das vias aéreas e o estresse oxidativo, com diminuição de marcadores inflamatórios após o treinamento²⁹. Este efeito, a longo prazo, pode ser atribuído à resposta anti-inflamatória provocada pela liberação de IL-6 derivada do músculo, que estimula a lipólise, bem como a oxidação da gordura e os efeitos anti-inflamatórios do exercício físico podem oferecer proteção contra a resistência à insulina induzida por TNF^{26,29}. Assim sendo, o exercício físico regular e individualizado pode ser realizado de forma segura e é recomendado para crianças asmáticas^{13,27}.

A Academia Americana de Pediatria recomenda sessenta minutos de atividade física moderada a intensa que promova um gasto energético de 3 a 6 equivalente metabólico da tarefa (MET) para crianças e adolescentes, porém metade delas não seguem, e as mesmas gastam em média oito horas por dia jogando videogame não ativo o que promove inatividade e maior risco de doenças cardiovasculares, obesidade, diabetes, entre outros, gerando um gasto de bilhões de dólares na saúde pública³⁰. Os videogames ativos (VGA) mudam esse fato, como são jogos eletrônicos que permitem que os jogadores interajam fisicamente usando movimento de todo o corpo com imagens na tela, promovem adesão, motivação, competitividade, bem-estar, maior desempenho, além de ser compatível com exercício físico de intensidade moderada a intensa superando assim a barreira e preconceito de que o exercício físico é desanimador para as crianças e adolescentes e está sendo utilizado terapeuticamente para estimular as atividades entre os pacientes pediátricos e adultos e melhorar a qualidade de vida^{31,32}.

O VGA vem ganhando destaque na literatura, mas ainda há um restrito número de trabalhos desenvolvidos com esta população; Maddison et al, 2011³³ observaram modificação no índice de massa corporal (IMC) de crianças com sobrepeso e obesas e aumento no tempo gasto em atividades físicas com este recurso, enquanto Graf et al, 2009³⁴ já haviam encontrado correlação entre o gasto energético produzido pela atividade física do VGA e o da caminhada na esteira a 5,7 km/h e, de forma semelhante Kuys et al, 2011³⁵ puderam evidenciar que durante o jogo do console Nintendo Will, os pacientes adultos com Fibrose Cística classificaram o exercício como mais prazeroso, alcançando 73% da FC máxima atingida no cicloergômetro, com um gasto energético de 6,5 METs de intensidade. Holmes e colaboradores, 2013³⁶ verificaram a intensidade alcançada durante uma sessão de 20 minutos em Xbox Kinect em adultos com Fibrose Cística e constataram que a FC média atingida durante o VGA foi de 86% da FC máxima atingida no TCP, e a intensidade deste exercício foi considerada alta pois atingiu 6 METs. Del Corral et al, 2014³⁷ compararam o gasto

energético do VGA com o teste de caminhada de seis minutos em crianças e adolescentes com Fibrose Cística, e encontraram correlação positiva entre eles, durante os jogos com console a FC alcançada correspondeu a 75% da FC máxima prevista.

Donovan, 2012³⁸ e colaboradores observaram maior gasto energético no jogo Reflex Ridge no Xbox Kinect do que no Sports Boxing do Nintendo Will, também concluíram que ao jogar com multiplayer os adultos apresentam maior gasto energético e maior FC máxima, sugerindo que VGA pode ser usado para melhorar a capacidade aeróbica em indivíduos sedentários. No entanto, Baranowski et al, 2012³⁹ e Le Blanc et al, 2013⁴⁰ informaram que um sistema de VGA pode aumentar o gasto energético comparado a vídeo game não ativo, porém não aumenta o nível de atividade física em crianças e jovens. Portanto, parece que o tipo de jogo escolhido para treinamento e motivação aeróbica são questões importantes a serem consideradas. Smallwood et al, 2012⁴¹ concluíram que o gasto de energia, a FC máxima e o VO₂ máximo em crianças usando o Xbox Kinect foi maior do que com outros sistemas de videogames inativos, os autores atribuíram essa descoberta ao fato de que o Kinect não possui qualquer tipo de dispositivo de controle, o que permite ao jogador realizar atividades com movimentos maiores. De acordo com Mellecker et al, 2013⁴² e Chin et al, 2008⁴³ a motivação é um fator importante para aumentar o gasto de energia durante os VGA.

Sobre os efeitos anti-inflamatórios do treinamento em pacientes asmáticos, Moreira et al, 2008⁴⁴ e Bonsignore et al, 2008⁴⁵ avaliaram o efeito do treinamento aeróbico em crianças asmáticas e não encontraram alterações na FeNO. Em contraste, Mendes et al, 2011⁴⁶ encontraram uma redução significativa na FeNO entre adultos asmáticos após o treinamento físico. Em 2015, Gomes et al³² demonstraram claramente que o treinamento usando um sistema de VGA foi eficiente na melhoria do controle clínico e da aptidão aeróbica e na redução da inflamação pulmonar em crianças com asma moderada a grave. O jogo de vídeo ativo Kinect “Reflex Ridge” foi uma opção interessante por ser um jogo interativo com movimento corporal completo, agachamentos, saltos e movimentos laterais, sendo que a atividade foi realizada por 30 minutos e atingiu um gasto energético considerado de grande intensidade (9,3 METs) e a FC média atingida durante o VGA foi de 90,5% da FC máxima, em contraste 65,2% da FC máxima no grupo de treinamento com esteira. Ambos os grupos apresentaram melhorias na capacidade aeróbica durante o TCP após os protocolos de treinamento, no entanto, o grupo VGA apresentou melhor desempenho físico.

O exercício na esteira foi contínuo, enquanto o exercício usando o videogame foi semelhante ao treinamento intervalado, o que mais se assemelha ao efeito de especificidade

na fisiologia do exercício de atividades realizadas por crianças. O fator motivação também foi citado neste estudo, o que pode ter contribuído para um melhor resultado no desempenho e gasto de energia do grupo vídeo game ativo. Baquet e colaboradores 2010⁴⁷ também evidenciaram que após sete semanas de treinamento, três vezes por semana com crianças de 8 a 11 anos, a capacidade cardiopulmonar (VO₂ máximo e velocidade aeróbia máxima) melhoraram tanto no treinamento contínuo quanto no intervalado, porém o treinamento contínuo é desanimador para esta faixa etária e o intervalado pode tornar as atividades mais atraentes.

1.4- EXERCÍCIO RESISTIDO E ASMA

Em 1983, Katch, et al estudaram o condicionamento físico de pré-adolescentes (meninos de 12-14 anos e meninas de 10-12 anos) e observaram o que é chamado de “*hipótese do gatilho*”, em que o aumento das dimensões corporais, proporção de massa magra, níveis hormonais e maturação neuromuscular, influenciam no desenvolvimento funcional e nas subsequentes adaptações orgânicas que predispõem ao treinamento físico na puberdade, porém nesta época a Academia Americana de Pediatria afirmou que o treinamento resistido não melhorava a força e a massa muscular pela insuficiência de andrógenos circulantes, principalmente em meninos⁴⁸.

Em 1985 a Sociedade Americana de Ortopedia para Medicina Esportiva concluiu que o treinamento de resistência pode ser seguro e benéfico para os jovens, após esta afirmação surgiram vários estudos com treinamento resistido nesta faixa etária que geraram controvérsias principalmente pelo risco de lesões musculares, e em 1990 a Academia Americana de Pediatria recomendou programas de curto prazo em pré-adolescentes com supervisão com o objetivo de aumentar a força muscular sem risco de lesão^{48,49}.

Payne et al, em 1997⁴⁸, em sua metanálise sobre exercício resistido em crianças e jovens menores de 18 anos, analisaram vinte e oito estudos e conclui-se que o treinamento resistido foi efetivo independente das características dos participantes; houve pequenas a moderadas melhorias na força e resistência muscular de crianças, comparadas com adolescentes e adultos, maior em meninas provavelmente por não terem atingido seu ponto gatilho e por estarem menos envolvidas em atividades físicas que aumentem a resistência ou a força muscular.

Faigenbaum et al, 2000⁴⁹, em uma revisão sobre treino de força em crianças e adolescentes, observaram que há ganhos de força de até 74% (média 30-40%), massa muscular

e densidade mineral óssea, melhora nas habilidades de desempenho motor e esportivo em crianças de 6 anos a pré-adolescentes; não houve diferença nas adaptações musculares entre os sexos; a intensidade do exercício pode ser mais elevada e com maiores volumes.

As Diretrizes da Sociedade Canadense de Fisiologia do Exercício⁵⁰, da Academia Americana de Pediatria em 2008⁵⁰ e a Associação Nacional de Força e Condicionamento em 2009⁵⁰ recomendam exercício resistido em crianças a partir de 5-6 anos, com melhora da força, resistência, flexibilidade, coordenação, tensão muscular, formação e crescimento ósseo, densidade mineral óssea, do número de neurônios motores, das habilidades motoras e desempenho, do bem-estar psicossocial, da ativação neuromotora em flexores do cotovelo e extensores do joelho, autoconfiança e autoestima, redução de fraturas osteoporóticas, não causa lesões epifisárias, reduz o risco de desenvolver doenças cardiovasculares, reduz o percentual de gordura corporal e aumenta a sensibilidade à insulina em adolescentes, principalmente meninos, evitando a obesidade, aumenta a resistência a lesões (reduz em 15-50%)^{51,52}. Em Fibrose Cística houve melhora da função pulmonar, força muscular em membros inferiores (MMII) e redução de massa gorda. Em encefalopatia crônica não evolutiva houve aumento da força muscular, qualidade de vida e maior independência das atividades de vida diária (AVD'S)⁵⁰.

Como prescrição determinou-se: 1) Supervisão, nutrição, hidratação, sono e equipamentos adequados, 2) Aquecimento dinâmico e resfriamento através de alongamentos por 5 a 10 minutos, 3) Ordem do exercício com uso de grandes grupos musculares, 4) Intensidade e volume do treinamento 1-3 séries de 6-15 repetições, com 50-60% de 1 RM, 8-12 exercícios com duração de 20-30 minutos 5) Intervalo de descanso de 2 a 3 minutos entre as séries, 6) Frequência do treino de 2-3 vezes por semana (não em dias consecutivos, de 48-72 horas de intervalo) de 8 a 20 semanas, 7) Incremento com aumento de 5 a 10% da carga inicial, 8) Seis semanas de descondicionamento há perda dos ganhos de força muscular. Para crianças e adolescentes que estão iniciando seu treinamento até 2-3 meses recomenda-se 50 a 70% de 1 RM, 2-3 vezes por semana, com 1-2 séries de 10-15 repetições, com intervalo de descanso de 1 minuto⁵⁰⁻⁵². Para crianças e adolescentes que estão treinando há 3-12 meses, intensidade de 60-80% de 1 RM, 2-3 vezes por semana, com 2-3 séries de 8-12 repetições, com intervalo de descanso de 1-2 minutos. E, para treinamento acima de 12 meses, intensidade de 70-85% de 1 RM, por 3-4 vezes por semana, com 3 ou mais séries de 6-10 repetições com intervalo de descanso de 2-3 minutos⁵².

A Academia Americana de Medicina Física e Reabilitação em 2012⁵³, atualizou as Diretrizes da Sociedade Canadense de Fisiologia do Exercício, da Academia Americana de Pediatria em 2008 e a Associação Nacional de Força e Condicionamento em 2009 e recomendou o exercício combinado (exercício aeróbio e resistido) em crianças e adolescentes com objetivo de desenvolver benefícios gerais tais como diminuir a gordura corporal, aumentar a aptidão cardiorrespiratória, força muscular, melhorar a saúde óssea e benefícios cognitivos e psicossociais. Como prescrição recomenda-se uma hora ou mais de atividade aeróbia diária associada a atividades de fortalecimento muscular e ósseo duas ou mais vezes por semana com benefícios a longo prazo.

Faigenbaum et al, 2017⁵⁴ em sua recente metanálise com quarenta e três estudos sobre exercício resistido em jovens recomendou pesos livres com baixa intensidade e baixos volumes e concluiu que o treino de resistência aumenta a força muscular, o desempenho aeróbio e no esporte, desenvolve entusiasmo e vigor para realizar atividades diárias, reduz o risco de lesões devido a exposição ao exercício, reduz o risco de desenvolver doenças cardiovasculares e síndrome metabólica na idade adulta.

O treinamento físico aeróbio ou combinado têm efeitos anti-inflamatórios pois reduz a massa gorda visceral, diminuindo a liberação de adipocinas pró-inflamatórias, aumenta a produção e liberação de citocinas anti-inflamatórias como a IL-6 e outras miocinas no músculo, aumento da liberação do cortisol e a adrenalina nas glândulas adrenais, redução na expressão de receptores de monócitos e macrófagos com menor resposta inflamatória a endotoxinas. A IL6 liberada pela contração muscular regula a liberação de $TNF\alpha$, causando efeito protetor e estimulando a liberação das interleucinas anti-inflamatórias 10 e 1ra. A interleucina 10 (IL10) inibe a produção de interleucinas 1a e 1b, bem como a indução de iNOS, reduzindo os valores de FeNO pós exercício físico²⁹.

Conraads et al 2002⁵⁵ evidenciaram que após quatro meses de treinamento combinado a capacidade de exercício melhorou em pacientes com doença arterial coronariana e cardiomiopatia dilatada idiopática e que houve uma diminuição significativa no receptor de $TNF\alpha$. Phillips et al 2010⁵⁶ em seu estudo observaram que dez semanas de treinamento de resistência de intensidade moderada a intensa (10 exercícios de oito repetições, 50% de 1RM, três vezes por semana) observaram redução da inflamação sistêmica ($TNF\alpha$, produção estimulada por lipopolisacarídeos de IL-6, IL-1 β e $TNF-\alpha$) em mulheres idosas previamente sedentárias.

Heffernan et al 2009⁵⁷ avaliaram a resposta inflamatória sistêmica e a função autonômica cardíaca após seis semanas de treinamento de resistência em homens jovens afro-americanos e brancos (3 vezes por semana, em torno de uma hora, com cinco exercícios de 8 a 15 repetições) seguido de quatro semanas de destreinamento, observaram redução da contagem de glóbulos brancos e Proteína c-reativa (PCR) em homens afro-americanos após o treinamento, sendo as reduções mantidas após o destreinamento. Também houve aumento da frequência cardíaca de recuperação pós-exercício e a atividade vagal tônica e reflexiva de forma semelhante em homens brancos e afro-americanos, sugerindo melhorias comparáveis na modulação vagal cardíaca tônica e reflexa entre as raças. No entanto, as melhorias na modulação vagal cardíaca foram sustentadas após 4 semanas de destreinamento apenas nos jovens afro-americanos.

O sistema nervoso autônomo contribui para as oscilações não-lineares na cinética da frequência cardíaca, havendo um equilíbrio entre o sistema simpática e estimulação vagal aumentando estas oscilações e uma redução devido ao sistema parassimpático. Alguns estudos reconhecem uma relação entre inflamação e modulação vagal: a acetilcolina liberada a partir do nervo vago pode atuar sobre receptores nicotínicos localizados em macrófagos, desativando o macrófago e interrompendo a produção de citocinas. Os marcadores inflamatórios também podem afetar diretamente a atividade nervosa autônoma por meio da ativação do vago e /ou ativação central direta do cérebro⁵⁷.

Heffernan et al 2009⁵⁷ observaram uma associação inversa entre marcadores inflamatórios e medidas de modulação vagal após treinamento de resistência, estas descobertas sustentam a possibilidade de que a modulação vagal melhorada em homens afro-americanos decorrentes do treinamento de resistência tenha tido um efeito anti-inflamatório, já que os jovens brancos apresentavam baixos níveis de PCR basal. O treinamento de resistência pode melhorar a saúde autonômica cardíaca e reduzir a inflamação em jovens homens afro-americanos.

Sendo assim, como já foi descrito anteriormente, o treinamento físico combinado apresenta benefícios tais como redução da inflamação pulmonar e sistêmica, melhora da capacidade aeróbica, qualidade de vida, aptidão física, coordenação neuromuscular, reduz a percepção de dispneia e o risco de desenvolver comorbidades. Somado a estes benefícios, o treinamento resistido melhora a força, resistência, flexibilidade, tensão muscular, formação e crescimento ósseo, densidade mineral óssea, do número de neurônios motores, redução de

fraturas osteoporóticas, não causa lesões epifisárias, reduz o risco de desenvolver doenças cardiovasculares, reduz o percentual de gordura corporal, aumenta a sensibilidade à insulina e pode melhorar a saúde autonômica cardíaca.

Apesar dessas informações, há carência de estudos com exploração em crianças e adolescentes asmáticos, dos efeitos do treinamento combinado (exercício aeróbico associado ao resistido). Portanto justifica-se a elaboração deste trabalho para avaliar se o acréscimo do exercício resistido ao aeróbico (combinado) reduz a inflamação pulmonar e melhora o controle clínico em crianças e adolescentes asmáticos de forma mais eficaz do que apenas o treinamento aeróbico com vídeo game ativo. Fundamenta-se também comparar entre os treinamentos aeróbico e combinado a qualidade de vida, aptidão física, ganho de força e resistência muscular periférica.

2- OBJETIVOS

2.1- OBJETIVOS GERAIS

Avaliar e comparar a redução da inflamação pulmonar e o controle clínico da asma em um grupo de treinamento com vídeo game ativo (aeróbico) e em outro com vídeo game ativo associado a exercícios resistidos (combinado), em crianças e adolescentes asmáticas.

2.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Avaliar a qualidade de vida, aptidão física, função pulmonar, força muscular respiratória, composição corporal e ganho de força e resistência muscular periférica de crianças e adolescentes asmáticos após intervenções com treinamento aeróbico e com exercícios resistidos;
- ✓ Comparar a aptidão física, qualidade de vida, função pulmonar, força muscular respiratória, composição corporal e ganho de força e resistência muscular periférica de crianças e adolescentes asmáticos após treinamento aeróbico com vídeo game ativo e treinamento combinado com exercício resistido.

3- MATERIAIS E MÉTODOS

3.1- DESENHO DO ESTUDO

Trata-se de um Ensaio clínico controlado, randomizado, cego, com registro no Clinical Trials.gov: NCT03014154 (ANEXO 8.1), desenvolvido no Laboratório de Avaliação Funcional Respiratória (LARESP) da unidade Memorial da América Latina do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Nove de Julho (UNINOVE).

Foi aprovado pelo Comitê de Ética e pesquisa (CoEP) da instituição, sob o número de parecer 907236/2014, conforme estabelece a resolução 466/2012 do CNS. Todos os responsáveis pelos menores assinaram e concordaram com o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (ANEXO 8.2) e, todas as crianças também aceitaram o respectivo termo de Assentimento (ANEXO 8.3).

3.2- PARTICIPANTES

As crianças e adolescentes asmáticos foram avaliados e triados nos seguintes hospitais: Complexo Hospitalar do Mandaqui, Hospital Infantil Menino Jesus e Hospital Infantil Cândido Fontoura. Os pais foram orientados a encaminhá-las e acompanhá-las no LARESP.

Foram incluídas crianças e adolescentes com idade entre 4 e 18 anos, ambos os sexos, com diagnóstico de Asma e classificados conforme a gravidade da doença, de acordo com as diretrizes do Global Initiative for Asthma (GINA)¹, tratamento com pneumologista pediatra por pelo menos dois meses antes do estudo; estabilidade clínica (sem exacerbação ou mudança na medicação nos últimos 30 dias); não estar participando em qualquer programa de treinamento físico regular e assinar o TCLE e/ou o termo de assentimento.

Foram excluídos os participantes que receberam Teofilina ou Aminofilina e corticoide oral nos últimos 30 dias; que apresentaram infecção respiratória nos últimos 2 meses, impossibilidade de realizar qualquer um dos testes; portadoras de doença cardíaca de origem inflamatória, congênita ou isquêmica e que estivessem na vigência de algum processo infeccioso com quadro febril no momento da avaliação.

3.3- TAMANHO DA AMOSTRA

Para o cálculo amostral foi utilizado o programa GPower 3.0.10 obteve-se o tamanho amostral de 24 crianças (12 por grupo), calculado com base nos níveis de FeNO (desfecho primário), considerando um Power de 80% e significância de 95% para detectar uma diferença

de 18 ppb entre os pré-treinamento e pós-treinamento, com desvio padrão de 22 ppb com base em estudo piloto com 10 pacientes (5 por grupo).

3.4- RANDOMIZAÇÃO

As crianças e adolescentes elegíveis foram alocados de forma randomizada para um grupo de treinamento aeróbio utilizando o vídeo game ativo (VGA) ou grupo de treinamento combinado com vídeo game ativo associado a exercício resistido (VGAR).

O site randomization.com foi utilizado para fazer uma randomização simples em blocos, dois envelopes opacos foram preparados para cada participante, e era entregue por um colaborador do laboratório que não tinha ciência do método do estudo, e assim cada um escolhia um envelope.

Os participantes realizaram suas sessões em dias da semana diferente (sendo que, terça e quinta eram os do grupo VGA e quarta e sábado do grupo VGAR) para que os participantes do grupo VGA não tivessem conhecimento da intervenção realizada no grupo VGAR e vice e versa. Caso o participante faltasse no dia da sessão, fazia-se necessário repor durante a mesma semana.

3.5- DESENHO EXPERIMENTAL

Cinquenta e um pacientes foram triados, destes vinte e um não preencheram os critérios de elegibilidade, sendo assim trinta participantes selecionados foram alocados aleatoriamente para dois grupos, VGA (n = 15) e VGAR (n =15). Duas avaliações foram realizadas, sendo uma antes de iniciar o treinamento e outra após o término do mesmo. Os participantes foram submetidos as avaliações da Fração expirada de óxido nítrico (FeNO), o teste de função pulmonar, a força muscular respiratória, o valor de Peak-Flow, as variáveis antropométricas, os questionários de controle da asma e qualidade de vida, o teste cardiopulmonar e o teste de uma repetição máxima (1RM).

As avaliações foram realizadas durante a primeira semana e os participantes iniciaram os protocolos de treinamento na semana seguinte. O período de treinamento durou oito semanas e envolveu duas sessões semanais de 1 hora e 10 minutos (10 minutos de aquecimento, 30 minutos de treinamento aeróbio, 20 minutos de exercício resistido e 10 minutos alongamento). Fig 1- Fluxograma do estudo.

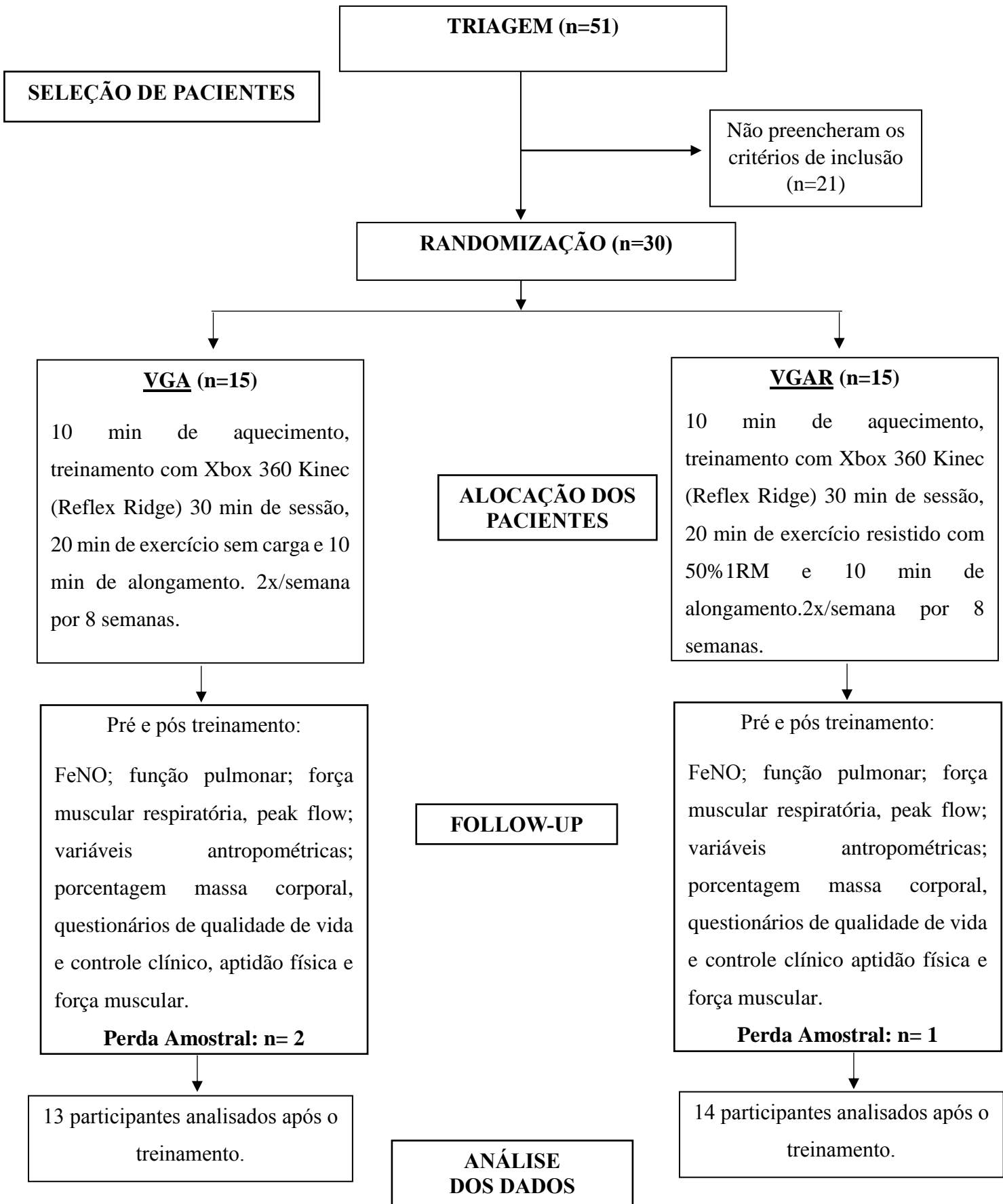


FIGURA 1: FLUXOGRAMA E DESENHO EXPERIMENTAL

3.6- INTERVENÇÃO

3.6.1- TREINAMENTO EM VIDEOGAME ATIVO

Os participantes foram submetidos previamente ao aquecimento em esteira ergométrica, com velocidade a 2 km/h, durante 10 minutos. Em seguida, realizaram 30 minutos de atividade com VGA, utilizando-se um equipamento XBOX 360 Kinect™ (Microsoft-USA), sendo que o jogo utilizado foi Cume dos Reflexos- “Reflex Ridge” do Kinect Adventure de acordo com a figura 2, a seguir.



Figura 2: Treinamento com Vídeo Game Ativo (VGA)

A sessão com VGA, que teve a duração de 30 minutos, foi composta de 10 partidas com duração média de 3 minutos, com intervalo médio de 30 segundos e com intensidade crescente de esforço, exigindo da criança maior número de saltos, agachamentos e deslocamentos laterais e movimentos com os membros superiores.

Após a sessão de VGA os participantes realizavam exercícios de forma excêntrica sem carga com movimento de abdução horizontal de membros superiores (MMSS), 3 séries de 15 repetições utilizando os seguintes músculos: romboides, redondo maior, grande dorsal, porção longa do tríceps e coracobraquial (adução do ombro); subescapular, redondo maior, grande

dorsal, peitoral maior, serrátil anterior e peitoral menor (rotação interna do ombro e abdução escapular); deltoide anterior, peitoral maior, trapézio, serrátil anterior, coracobraquial e bíceps braquial (flexão do ombro); deltoide médio, supra espinhoso, trapézio e serrátil anterior (abdução do ombro); redondo menor, infra espinhoso, romboides e trapézio (rotação externa do ombro e adução escapular). E nos membros inferiores (MMII) os participantes realizavam o leg press horizontal sem carga 3 séries de 15 repetições utilizando os seguintes músculos: glúteo máximo, bíceps femoral (extensão de quadril), reto femoral (flexão de quadril), quadríceps, bíceps femoral, semitendinoso e semimenbransoso. (extensão de joelho); bíceps femoral (flexão de joelho), vasto medial (rotação medial de joelho); vasto lateral (rotação lateral de joelho), adutor magno, curto e longo (adução de coxa); gastrocnêmio (flexor de joelho e flexor plantar) com o tempo total de 20 minutos, após realizavam alongamento global por 10 minutos.

Durante toda a atividade o participante foi monitorado em relação FC e SpO₂, por meio de um frequencímetro (Polar)[®] e de um oxímetro de pulso NONIN[®] respectivamente. A FC máxima de todos os participantes foi calculada com base na equação de Tanaka⁵⁸ (FC máx= 208- (0,7 x idade) e durante todas as sessões os mesmos deveriam atingir de 50 a 80% da FC máxima (Ficha de avaliação-ANEXO 8.4 e 8.5).

A fim de se detectar possível presença de broncoespasmo induzido pelo exercício, antes e após a sessão de VGA foram coletadas três medidas do Peak Flow e VEF₁ por meio do equipamento Microlife, PF 100 Peak Flow Meter for Spirometry with FEV₁, White/Blue, com a criança na posição ortostática, fazendo uso do clipe nasal, e, seria considerado broncoespasmo caso houvesse uma redução $\geq 20\%$ no pico de fluxo^{5,6}.

3.6.2- TREINAMENTO COM VGA E COM EXERCÍCIO RESISTIDO

Os participantes foram submetidos previamente ao aquecimento em esteira ergométrica, com velocidade a 2 km/h, durante 10 minutos. Em seguida, realizaram 30 minutos de atividade com VGA, utilizando-se um equipamento XBOX 360 Kinect[™] (Microsoft-USA), sendo que o jogo utilizado foi Cume dos Reflexos- “Reflex Ridge” do Kinect Adventure.

A sessão com VGA, que teve a duração de 30 minutos, foi composta de 10 partidas com duração média de 3 minutos, com intervalo médio de 30 segundos e com intensidade

crescente de esforço, exigindo da criança maior número de saltos, agachamentos e deslocamentos laterais e movimentos com os membros superiores.

O treinamento resistido baseou-se no consenso e diretrizes sobre o exercício resistido em crianças e jovens, com última atualização em 2017, consistiu em supervisão e equipamentos adequados utilizado halteres e o equipamento leg press adaptado para crianças menores, os participantes realizavam exercícios de forma excêntrica com movimento de abdução horizontal de membros superiores (MMSS) utilizando os seguintes músculos: romboides, redondo maior, grande dorsal, porção longa do tríceps e coracobraquial (adução do ombro); subescapular, redondo maior, grande dorsal, peitoral maior, serrátil anterior e peitoral menor (rotação interna do ombro e abdução escapular); deltoide anterior, peitoral maior, trapézio, serrátil anterior, coracobraquial e bíceps braquial (flexão do ombro); deltoide médio, supra espinhoso, trapézio e serrátil anterior (abdução do ombro); redondo menor, infra espinhoso, romboide e trapézio (rotação externa do ombro e adução escapular). E nos membros inferiores (MMII) os participantes realizavam o leg press horizontal utilizando os seguintes músculos: glúteo máximo, bíceps femoral (extensão de quadril), reto femoral (flexão de quadril), quadríceps, bíceps femoral, semitendinoso e semimenbranso. (extensão de joelho); bíceps femoral (flexão de joelho), vasto medial (rotação medial de joelho); vasto lateral (rotação lateral de joelho), adutor magno, curto e longo (adução de coxa); gastrocnêmio (flexor de joelho e flexor plantar) conforme as figuras 3 e 4 a seguir.



Figura 3: Exercício resistido com MMSS

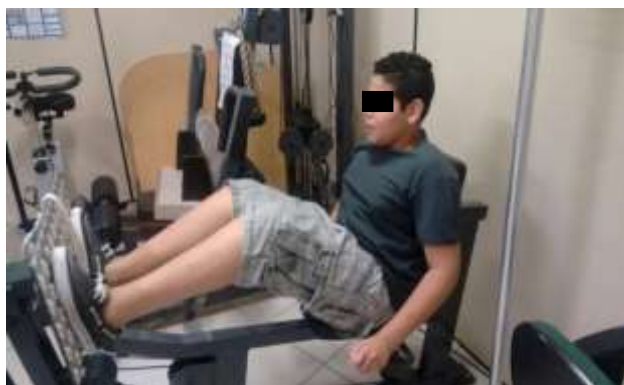


Figura 4: Exercício resistido com MMII

A intensidade foi de 3 séries de 15 repetições, com 50% de 1 RM, intervalo de descanso de 1 a 3 minutos entre as séries com duração total de 20 minutos e após os exercícios era realizado alongamento global por 10 minutos. A frequência do treino era de duas vezes por semana (não em dias consecutivos, de 48-72 horas de intervalo) por 8 semanas. O

incremento da carga foi realizado com aumento de 5 a 10% da carga inicial e o teste de 1 RM era feito na quinta, décima e décima quinta sessões.

Durante toda a atividade o participante foi monitorado em relação FC e SpO₂, por meio de um frequencímetro Polar® e de um oxímetro de pulso NONIN® respectivamente. A FC máxima de todos os participantes foi calculada com base na equação de Tanaka⁵⁸ (FC máx= 208- (0,7 x idade) e durante todas as sessões os mesmos deveriam atingir de 50 a 80% da FC máxima (Ficha de avaliação-ANEXO 8.4 e 8.5).

A fim de se detectar possível presença de broncoespasmo induzido pelo exercício, antes e após a sessão de VGA foram coletadas três medidas do Peak-Flow e VEF₁ por meio do equipamento Microlife, PF 100 Peak Flow Meter for Spirometry with FEV₁, White/Blue, com a criança na posição ortostática, fazendo uso do clipe nasal, e, seria considerado broncoespasmo caso houvesse uma redução $\geq 20\%$ no pico de fluxo^{5,6}.

3.7- DESFECHOS

3.7.1- DESFECHO PRIMÁRIO

3.7.1.1- AVALIAÇÃO DA FRAÇÃO EXPIRADA DE ÓXIDO NÍTRICO (FeNO)

A coleta do FeNO foi realizada seguindo as recomendações da American Thoracic Society e European Respiratory Society (ATS/ERS) por meio do dispositivo NIOX Mino, antes dos demais procedimentos. Os participantes foram orientados a estar em jejum por uma hora antes, não ingerir alimentos contendo nitrato como a alface, não estarem em processo infeccioso de vias aéreas inferiores ou superiores, evitar exercícios extenuantes durante 1 hora antes da mensuração e se relatassem uso de broncodilatador não era realizado esta avaliação¹⁰⁻¹².

De acordo com as recomendações da ATS as medidas do FeNO foram realizadas com o participante sentado confortavelmente, com o bocal na altura e posição adequadas e com uso de clipe nasal. Foi solicitado ao participante para inserir o bocal como mostrado na figura 5 e inspirar o máximo possível, através da boca, até o nível da capacidade pulmonar total (CPT) e expirar lentamente, por pelo menos 4 segundos para crianças de <12 anos e 6

segundos para crianças >12 anos. Em geral, os pacientes podem expirar confortavelmente por até 10 segundos, a concentração de platô na FeNO deve ser avaliada em 3 segundos¹².

As medidas foram repetidas três vezes com intervalo de pelo menos 30 segundos entre as três, para permitir que os participantes descansem. O valor do FeNO era então registrado e gravado utilizando valores de corte entre 20 a 35 ppb, considerando diferença mínima clinicamente significativa tanto para mais como para menos 20% para os valores acima 50 ppb ou mais de 10 ppb para valores inferiores a 50 ppb^{10,12}.



Figura 5: Avaliação da Fração exalada de Oxido Nítrico (FeNO)

3.7.2- DESFECHOS SECUNDÁRIOS

3.7.2.1- AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR

Com a finalidade de se monitorar e caracterizar a gravidade da asma, a função pulmonar foi avaliada pela espirometria em todas as crianças e adolescentes, na posição em pé e com utilização de clipe nasal, a qual foi constituída de manobras de inspirações e expirações máximas, realizadas por meio de um espirômetro da marca Easy One®, da NDD, como mostra a figura 6, previamente calibrado, realizado em uma sala climatizada conforme recomendado pela ATS⁶.



Figura 6: Avaliação da Espirometria

Os valores normais previstos foram os propostos por Polgar e Promadhat⁵⁹ em que o valor de 80% com relação aos valores previstos para altura e sexo, como limite inferior da normalidade para os parâmetros: PFE, CVF, VEF₁ e relação VEF₁/CVF e 70% para o FEF25-75%. O broncodilatador (BD) foi administrado, sob prescrição médica, a todos os participantes utilizando-se B2-adrenérgicos na forma de *spray*, salbutamol na dose de 400ug e, após 15 minutos da administração, repete-se a prova, e a resposta ao BD é avaliada por variações do VEF₁ e da CVF, um aumento do VEF₁ > 12% do previsto, quando VEF₁ é baixo, confirma-se o diagnóstico com VEF₁ / CVF reduzida^{1,5,7}.

O PFE foi obtido com o participante em pé e com utilização de um clipe nasal, a seguir, realiza-se uma inspiração profunda ao nível da CPT, coloca o aparelho na boca, entre os dentes e fechar os lábios em torno do bocal, após solicita-se uma expiração forçada e rápida, o procedimento é repetido por três vezes. Os valores previstos para o PFE apresentam uma considerável variabilidade, por isso, deve ser utilizado o maior valor obtido pelo indivíduo como o valor padrão, para depois comparar e correlacionar com situações de melhora pós-terapêutica ou de agravamento durante as crises⁶.

3.7.2.2- AVALIAÇÃO DA FORÇA DA MUSCULATURA RESPIRATÓRIA

A força muscular respiratória foi medida pelo manovacuômetro da marca Wika®, escalonado em cmH₂O, equipado com válvula de escape de ar para evitar interferência da ação dos músculos da parede bucal. As coletas foram realizadas de acordo com a técnica de

Black & Hyatt (1969), sendo que para a Pressão Inspiratória máxima (PI_{máx}), que estima a força dos músculos inspiratórios foi realizada com a manobra de inspiração máxima, a partir de uma expiração máxima e para a Pressão Expiratória máxima (PÉ_{máx}) que estima a força muscular expiratória, foi medida por meio da manobra de expiração máxima, partindo de uma inspiração máxima. Cada manobra foi repetida no mínimo três vezes e se houvesse diferença maior que 10% do valor máximo, deveria ser repetido por no mínimo cinco e no máximo oito vezes, sendo aceito o maior valor obtido⁶⁰.

3.7.2.3- AVALIAÇÃO DA ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL

O peso corporal foi obtido por meio de uma balança digital (*Filizola*®, Brasil) e a estatura foi verificada por um estadiômetro de parede (*Wiso*), com resolução em milímetros. Foi utilizado o programa Anthro plus para a determinação do escore Z, de acordo com a determinação estabelecida pela World Health Organization. Z-score é utilizado para classificar os participantes como obesos ou eutróficos, dependendo do escore Z, mantendo valores entre 2 e -2⁶¹.

A composição corporal dos participantes foi avaliada com a utilização de uma balança de bioimpedância elétrica tetra polar, modelo Biodinâmica™ 310 (Biodinâmica Corporação Seattle WA, EUA), mecanismo aceito atualmente como o de maior acurácia para tal avaliação⁶². Foram acoplados quatro eletrodos sobre a pele dos participantes, previamente higienizada com álcool. Dois eletrodos foram colocados na extremidade superior direita (um próximo à articulação metacarpo-falangeana da superfície dorsal da mão e outro entre as proeminências distais do rádio e da ulna) e os demais na extremidade inferior também de hemisfério direito (um na região distal do arco transversal da superfície superior do pé e um segundo entre os maléolos, medial e lateral do tornozelo) de acordo com a figura 7 a seguir⁶².



Figura 7: Avaliação da Bioimpedância

Para a realização desse procedimento o participante foi instruído a não ingerir bebidas com cafeína há pelo menos 12 horas antes do teste; não comer ou beber num período de 4 horas antes do teste, urinar 30 minutos antes do teste e a não realizar atividade física 6 horas antes do teste⁶².

3.7.2.4- QUESTIONÁRIOS DE CONTROLE DA ASMA E QUALIDADE DE VIDA

Dois questionários foram aplicados antes e após as intervenções em cada grupo, o ACQ6 e o PAQLQ.

O Asthma Control Questionnaire 6 (ACQ6) (ANEXO 8.6) trata-se de um questionário para avaliar o controle clínico em pacientes asmáticos, a pontuação ACQ é calculada como a média de 6 itens. É composto por 6 questões, 5 relacionada com os sintomas da asma, e uma em relação ao uso de β 2-agonista de curta duração como medicação de resgate. A Pontuação do ACQ6 é a média desses itens e varia de 0 (totalmente controlado) a 6 (descontrolada), obtido em um período de 7 dias. O ponto de corte para a asma controlada/descontrolada é de 2 pontos. O paciente foi classificado de acordo com os escores do ACQ em controlada ($<0,75$), parcialmente controlada ($0,75-1,5$) e não controlada ($> 1,5$). Uma diferença importante clínica mínima é de 0,5 numa escala de 6 pontos⁶³.

O Paediatric Asthma Quality of Life Questionnaire (PAQLQ) (ANEXO 8.7) avalia a qualidade de vida das crianças com Asma é composto por 23 itens que representam 3 domínios diferentes: limitação da atividade (5 itens), sintomas (10 itens) e quadro emocional (8 itens). As questões referem-se aos últimos sete dias e são pontuados de 1 a 7. Sendo 1 “Muitíssimo incomodado” e 7 “Nenhum incômodo”. O resultado é obtido através da soma das pontuações de todos os itens (23 itens) e divisão pelo número total de itens. A pontuação dos vários domínios é feita somando-se as pontuações dos itens que fazem parte de cada domínio e dividindo-se pelo número total desses, obtendo-se uma pontuação entre 1 e 7. Pontuações mais elevadas dizem respeito a melhor qualidade de vida^{64,65}.

3.7.2.5- AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FÍSICA/ TESTE ERGOMÉTRICO

Os participantes bem como seus responsáveis eram orientados quanto ao teste, como utilização de roupas e calçados confortáveis, não consumir cafeína no dia do teste (incluindo

refrigerante com cafeína) ou ingerir uma refeição pesada dentro de 2 a 3 horas do teste, os participantes eram informados que poderiam interromper o teste a qualquer momento^{20,21}.

Durante a preparação para o teste, a pele do participante era limpa com álcool e utilizavam-se 10 eletrodos para se obter rastreamento contínuo de 12 derivações de ECG, o manguito de pressão sanguínea de tamanho apropriado, o sensor de oxímetro de pulso NONIN® e o frequencímetro (Polar)® eram colocados no participante^{20,21}.

O teste ergométrico foi realizado em uma esteira da marca Imbramed ATL conforme figura 8, usando o protocolo de Bruce, neste protocolo a cada três minutos há aumentos pequenos e constantes de velocidade e inclinação^{22,23}.

As medidas de frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO2), pressão arterial sistêmica (PA) e a escala de Borg (utilizada para quantificar a dispneia e a fadiga em MMII, com escala que varia de 0 a 10 pontos, 0 nenhuma dispneia ou fadiga e 10 fadiga e/ou dispneia máxima), foram realizadas antes do início do teste, durante o teste (a cada três minutos antes do aumento da inclinação e velocidade), no período de recuperação e após o teste^{22,23}.

O teste era interrompido quando o participante relatou fadiga máxima, em algum sinal de dispneia intensa, hipertensão, palidez, tontura, cianose ou quando a frequência cardíaca máxima (FC máx) era atingida. Todos os participantes foram submetidos a um eletrocardiograma e o VO2 e o valor de METS foi calculado indiretamente pelo software do programa ergométrico (Cardiovex)^{20,23}.



Figura 8: Teste cardiopulmonar

3.7.2.6- TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA (1RM)

O teste de uma repetição máxima (1RM), que traduz a quantidade máxima de peso, pode ser levantada de forma adequada uma vez e pode ser usado com segurança em crianças e jovens desde que com a supervisão qualificada. No entanto, não devem ser realizados sob quaisquer circunstâncias em lesão grave⁴⁹.

Foi realizado o teste em membros superiores com utilização dos seguintes músculos: romboides, redondo maior, grande dorsal, porção longa do tríceps e coracobraquial (adução do ombro); subescapular, redondo maior, grande dorsal, peitoral maior, serrátil anterior e peitoral menor (rotação interna do ombro e abdução escapular); deltoide anterior, peitoral maior, trapézio, serrátil anterior, coracobraquial e bíceps braquial (flexão do ombro); deltoide médio, supra espinhoso, trapézio e serrátil anterior (abdução do ombro); redondo menor, infra espinhoso, romboides e trapézio (rotação externa do ombro e adução escapular) conforme a figura 2, no qual era solicitado uma repetição máxima utilizando primeiramente a menor carga (0,5 Kg) até a carga máxima, quando o participante apresentava compensação ou impossibilidade de realizar os movimentos, determinava-se então 1 RM como sendo a carga anterior utilizada.

Nos membros inferiores (MMII) com o aparelho leg press horizontal utilizando os seguintes músculos: glúteo máximo, bíceps femoral (extensão de quadril), reto femoral (flexão de quadril), quadríceps, bíceps femoral, semitendinoso e semimenbranso. (extensão de joelho); bíceps femoral (flexão de joelho), vasto medial (rotação medial de joelho); vasto lateral (rotação lateral de joelho), adutor magno, curto e longo (adução de coxa); gastrocnêmio (flexor de joelho e flexor plantar) conforme a figura 3, no qual era solicitado uma repetição máxima utilizando primeiramente a menor carga (5 Kg) até a carga máxima, quando o participante apresentava compensação ou impossibilidade de realizar os movimentos, determinava-se então 1 RM como sendo a carga anterior utilizada.

O teste de 1 RM foi realizado antes e após o início do treinamento em ambos os grupos. No grupo VGAR, também era reavaliada 1RM durante a quinta, decima e decima quinta sessão a fim de se obter um incremento na carga anterior obtida pelo participante.

3.8 TRATAMENTOS DOS DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de Shapiro Wilk foi utilizado para determinar a distribuição dos dados, sendo que as variáveis paramétricas foram expressas como média \pm desvio padrão e as variáveis não

paramétricas em mediana e intervalos interquartílicos. Foram utilizados os testes t de Student pareado para amostras dependentes e o teste t de Student não pareado para amostras independentes, para os dados paramétricos e para os dados não paramétricos foram utilizados os testes Wilcoxon e Mann whitney. A análise estatística foi realizada utilizando o pacote de estatístico Minitab 14. Foi considerado diferença estatística $p < 0,05$.

O tamanho do efeito foi calculado usando o d de Cohen e os resultados foram interpretados com base em Cohen 2008⁶⁶ como pequeno (0,21 a 0,49), médio (0,50 a 0,79) ou grande ($\geq 0,80$).

Não foi realizado a análise de intenção de tratar pois nenhum participante randomizado para um grupo foi tratado em outro.

4- RESULTADOS

Dos 51 pacientes triados, 30 puderam ser avaliados e verdadeiramente incluídos como participantes do estudo, em atendimento ao Power amostral inicialmente estabelecido. Esses 30 foram randomizados em dois grupos, sendo 15 do grupo aeróbio (VGA) e 15 do grupo combinado (VGAR), dos quais, 27 participantes, 14 do grupo VGAR e 13 do grupo VGA concluíram o estudo, pois três deles (2 do grupo VGA e 1 do grupo VGAR) não finalizaram por dificuldades em se adequar aos horários e também por apresentarem dificuldades de recurso para se deslocarem ao local de atendimento.

Para um melhor conhecimento desta amostra, cabe esclarecer que na linha de base, ambos os grupos foram semelhantes em relação as variáveis antropométricas (não houve significância em ambos os grupos) onde foi possível constatar que todos os participantes foram considerados eutróficos para estatura e faixa etária, de acordo com escore Z cujas características encontram-se apresentadas na tabela 1. Todos os pacientes foram tratados com $\beta 2$ agonista de ação prolongada (fumarato de formoterol di-hidratado, salmeterol), anti-inflamatórios (dipropionato de beclometasona, budesonida, propionato de fluticasona) e/ou antagonistas dos receptores de leucotrienos (montelucaste de sódio), e mantiveram a mesma dosagem de medicação ao decorrer do estudo.

Tabela 1- Dados antropométricos de cada grupo

	Pré aeróbio (n=13)	Pré combinado (n=14)
Idade (anos)	8,16±3,50	10,92 ±2,70
Sexo (F/M)	8/5	7/7
Peso (Kg)	31,77± 12,06	49,37± 18,94
Altura (metros)	1,32±0,18	1,48±0,13
IMC (kg/m²)	17,29±3,56	21,42±5,51
Escore Z estatura	0,04	1,70
Escore Z peso	0,87	0,48

Os dados são apresentados em média e desvio padrão, exceto para o escore Z, variando de +2 a -2.

Após o treinamento, houve uma redução na inflamação pulmonar em ambos os grupos de forma clinicamente importante, lembrando que segundo a ATS, o valor de corte para a FeNO é 20 a 35 ppm e considera-se diferença mínima significativa tanto para mais quanto para menos 20% se o valor for maior que 50 ppm e 10 ppm se o valor for menor que 50 ppm. O tamanho do efeito (TE) para redução da FeNO no grupo aeróbio foi de 0,47 (pequeno), no entanto, os participantes do grupo combinado mostraram uma redução maior e significativa na FeNO, com um TE 0,68 (médio) como mostra a tabela 2.

Os participantes de ambos os grupos apresentaram aumento da massa magra, mesmo não tendo diferença significativa, este dado mostra que o treinamento aeróbio e o combinado promovem alteração da massa corporal e provavelmente se o tempo de treinamento fosse maior que dois meses, os resultados seriam mais relevantes.

Em relação a força muscular respiratória e a função pulmonar após os treinamentos não houve diferença em ambos os grupos, conforme tabela 2, a seguir.

Tabela 2-Inflamação pulmonar, composição corporal, função pulmonar, força muscular respiratória após as intervenções

	Pré aeróbio (n=13)	Pós aeróbio (n=13)	IC 95%-dif TE	Pré combinado (n=14)	Pós combinado (n=14)	IC 95%-dif TE
FeNO	45,91± 21,18	37,58± 26,90	8,33 (-8,70;25,36) 0,47	64,35±36,10	46,28± 22,65	18,07(6,22;29,91)* 0,68
%massa magra	78,13±8,62	80,83±6,71	-2,70 (-7,22;1,82)	76,4 ±10,2	73,63±8,57	2,75 (-1,94;7,46)
%massa gorda	21,86± 8,62	15,49±7,01	2,75 (-1,79; 7,30)	23,61±10,15	26,34±8,57	-2,72 (-7,41; 1,95)
CVF (% prev.)	94,15±16,11	91,23±14,70	2,92 (-6,09; 11,94)	94,14±14,87	94,43±29,23	-0,85 (-17,33; 15,61)
VEF₁ (% prev.)	77,76 ±22,39	79,61±23,42	-1,84 (-11,66;7,97)	81,42±16,13	87,92± 12,09	-6,50 (-14,28;1,28)
VEF₁/CVF (% prev.)	81 ± 12,44	85,61 ±16,44	-4,61 (-10,06; 0,83)	85,85±11,46	79,77±8,46	-0,71 (-8,43; 7,00)
CVL (% prev.)	101,77±19,79	94,61±13,05	7,15 (-1,72;16,02)	92,78 ± 14,19	95 ± 28,96	-2,21 (-18,58; 14,15)
VVM (%)	62,23± 24,27	54,11 ±21,15	8,11 (-11,60;27,83)	61,85 ± 21,76	64,57 ±21,24	-2,72 (-11,39; 5,95)
PImáx (cmH₂O)	64,61± 20,25	70 ± 23,45	-5,38 (-16,31;5,54)	80 ± 32,58	79,28± 31,73	0,71 (-11,36; 12,79)
PEmáx (cmH₂O)	69,61± 33,81	76,15 ±18,04	-6,53 (-22,30; 9,22)	74,25 ± 25,33	81,42± 32,07	-7,14 (-17,12; 2,83)

Os dados estão apresentados em média e desvio padrão; * = Intervalo de confiança 95% considerado significativo; TE = Tamanho do efeito: pequeno (0,21 a 0,49), médio (0,50 a 0,79) ou grande (≥0,80).

Em relação à carga após teste de 1RM, de acordo com os dados da tabela 3 a seguir, pode-se constatar aumento desta após teste de 1RM, tanto de membros superiores (MMSS), quanto nos membros inferiores (MMII), em ambos os grupos. No grupo aeróbio o TE para 1RM MMSS 0,25 e para MMII 0,65, porém no grupo combinado a diferença foi maior com a carga máxima dos MMSS partindo de 2 kg para 4 kg (TE=1,28) enquanto que nos MMII de 30 kg para 51 kg (TE= 1,09). Este resultado confirma que o treinamento combinado aumenta a força muscular de crianças e adolescentes asmáticos, e que no grupo aeróbio o aumento da carga pode ter ocorrido devido a própria resistência gerada pelo peso corporal dos participantes.

Tabela 3- Força muscular após as intervenções

	Pré aeróbio (n=13)	Pós aeróbio (n=13)	IC 95%-dif TE	Pré combinado (n=14)	Pós combinado (n=14)	IC 95%-dif TE
1 RM MMSS (Kg)	1,65±0,77	1,88 ± 0,89	-0,23 (-0,43; -0,03)*	2,32 ± 1,01	3,82±1,23	-1,50 (-1,87; -1,12)*
			0,25			1,28
1 RM MMII (Kg)	16,15 ± 7,67	25,76±21,68	-9,61 (-18,63; -0,59)*	30 ± 15,68	51,07± 21,31	-21,07 (-28,76; 13,37)*
			0,65			1,09

Dados apresentados em quilograma (Kg) em média e desvio padrão. * = Intervalo de confiança 95% considerado significativo; TE = Tamanho do efeito: pequeno (0,21 a 0,49), médio (0,50 a 0,79) ou grande ($\geq 0,80$).

Analisando os dados referentes ao TCP da tabela 4 é possível notar que no grupo aeróbio houve aumento na duração do teste (TE= 0,74), velocidade (TE=0,80) e inclinação (TE=0,80) e a distância percorrida durante o TCP (TE= 0,76) comparado com o grupo combinado e (TE= 0,46) o que demonstra melhora da capacidade cardiopulmonar e melhor desempenho no TCP após o treinamento aeróbio utilizando VGA como recurso.

Em relação ao controle cardíaco após o treinamento, no grupo combinado a FC de recuperação após o teste (TE=0,90) foi maior em relação ao grupo aeróbio (TE=0,41) e a FC após cinco minutos do teste ou seja, em repouso reduziu de forma significativa caracterizando-se como melhora do condicionamento físico e rápido retorno cardiovascular a condição basal desses participantes submetidos ao treinamento combinado. Lembrando que os dados referentes ao Δ da PAS, PAD, Borg MMII e Borg dispneia não apresentaram diferença significativa em ambos os grupos.

Não houve diferença na FC máxima e média alcançada durante os treinamentos aeróbio e combinado. A FC média atingida foi em torno de 130 bpm e a FC máxima atingida foi 162 bpm, o que corresponde a 64% e a 80%, respectivamente, da FC máxima predita, de acordo com a equação de Tanaka⁵⁸ onde a FC deveria ser 199 bpm no grupo combinado e 201 bpm no grupo aeróbio, conforme dadas da Tabela 4.

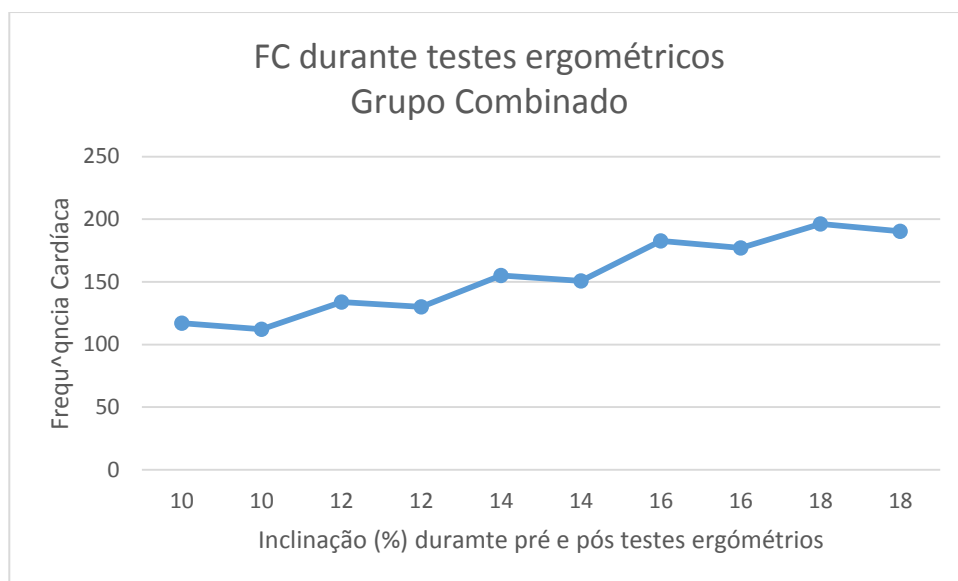
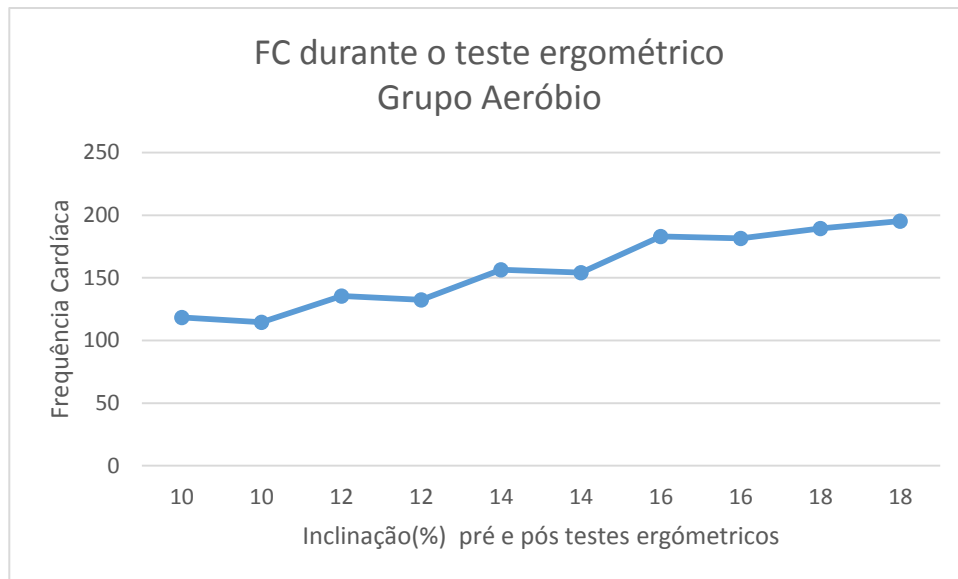
Sendo assim, todos os participantes tiveram variação da FC durante o treinamento, o que é compatível com as recomendações de treinamento para melhorar o desempenho aeróbio em pacientes com doenças pulmonares⁵⁴.

Tabela 4-Teste ergométrico após as intervenções

Os dados são apresentados em média e desvio padrão ou mediana e intervalo interquartilico (25-75%). *Intervalo de confiança 95% considerado significativo. TE: Tamanho do efeito: pequeno (0,21 a 0,49), médio (0,50 a 0,79) ou grande ($\geq 0,80$).

Analisando como a FC se comporta durante o teste ergométrico em ambos os grupos, observamos um aumento linear da FC quando analisado a cada velocidade e inclinação durante o teste (isocarga).

	Pré aeróbio (n=13)	Pós aeróbio (n=13)	IC 95%-dif	Pré combinado (n=14)	Pós combinado (n=14)	IC 95%-dif
			TE			TE
Duração (min)	15,30 \pm 1,75	16,46 \pm 1,33	1,15(-2,30;-0,00)*	15,57 \pm 1,91	16,50 \pm 1,82	-2,84 (-7,25; 1,55)
			0,74			0,48
Velocidade (km/h)	7,16 \pm 0,57	7,63 \pm 0,57	-0,46 (-0,93; 0,01)*	7,18 \pm 0,84	7,68 \pm 0,73	-0,50 (-1,19; 0,19)
			0,80			0,62
Inclinação	16,61 \pm 0,96	17,38 \pm 0,96	-0,76 (-1,55; 0,01)*	16,71 \pm 1,48	17,57 \pm 1,39	-0,85 (-2,11; 0,40)
			0,80			0,58
Distancia (metros)	650 \pm 16	752 \pm 10	0,75(-0,19;-0,01)*	700 \pm 27	818 \pm 30	-0,11 (-0,22; 0,01)*
			0,76			0,46
FC máx atingida	188,38 \pm 12,50	194 \pm 5,83	5,00 (-11,57; 1,57)	194 \pm 7,53	199 \pm 2,06	2,14 (-4,45; 8,74)
FC de recuperação	154 \pm 17,70	140,23 \pm 18,29	7,38(1,92; 12,84)*	146,64 \pm 11,09	134,78 \pm 14,24	11,85(1,82;21,89)*
			0,41			0,90
Δ variação da FC	40,76 \pm 17,89	53,15 \pm 17,75	-12,39(-26,82;2,04)	47,35 \pm 12,40	51,5 \pm 14,15	-4,15(-14,49;6,19)
FC após teste (5 minutos)	113,69 \pm 11,66	110,46 \pm 13,00	3,23(-2,61; 9,08)	113,21 \pm 10,07	105,92 \pm 9,95	7,28 (0,82; 13,74)*
			0,73			0,63
METs	12 [12-14,8]	14,80 [12-14,8]	0,62 (-1,11; 2,37)	14,80 [12-14,8]	14,80 [14,8-16,9]	0,71 (-2,24; 0,82)
Vo2 máximo	41,90 [41,90-51,80]	51,80 [41,90-51,80]	-2,84(-7,25; 1,55)	51,80 [41,90-51,80]	51,80 [51,80-59,20]	-1,76 (-6,62;3,09)



O controle clínico da doença e a qualidade de vida dos participantes que foram avaliados em ambos os grupos e os resultados estão descritos na tabela 5 a seguir.

Tabela 5-Controle clínico da doença (ACQ6) e qualidade de vida (PAQLQ) em ambos os grupos

	Pré aeróbio (n=15)	Pós aeróbio (n=13)	Δ	Pré Combinado (n=15)	Pós combinado (n=14)	Δ
ACQ6	1,0[0-2,5]	0,16[0-1]	0,84	0,41[0,16-1,07]	0,16[0-0,28]	0,25
PAQLQ total	130[100-149]	143[131-152]	13[2-35]	147,5[139-153]	157[147,5-159]	9[4-13]

Dados apresentados em mediana e intervalo interquartil (25-75%); Diferença clinicamente importante ACQ6 = 0,5; PAQLQ = 10 pontos.

Como pode ser constatado nos resultados da tabela 5, o controle da doença (ACQ6) reduziu em ambos os grupos, com diferença clinicamente significativa no grupo aeróbio, destacando-se que a linha de base deste grupo era pior do que do grupo combinado. A qualidade de vida, avaliada pelo PAQLQ também apresentou melhora nos domínios sintomas, atividades e emoções em ambos os grupos, com diferença clinicamente significativa apenas no grupo aeróbio provavelmente porque a linha de base deste grupo era pior que do grupo combinado em relação a qualidade de vida.

Tabela 6- Peak-Flow, VEF₁ durante as sessões de intervenção em ambos os grupos

	Pré aeróbio (n=15)	Pós aeróbio (n=13)	IC 95%-dif	Pré combinado (n=15)	Pós combinado (n=14)	IC 95%-dif
Peak-Flow(l/min)	211,23± 70,47	218,15± 69,79	-5,94 (-9,71 -2,17)*	295,17± 90,35	303,39± 90,95	-7,80 (-12,55; -3,05)*
VEF₁ (litros)	1,36± 0,48	1,41 ± 0,48	-0,05 (-0,08;-0,03)*	1,96± 0,63	2,00 ± 0,68	-0,06 (-0,09; -0,03)*

Dados apresentados em média e desvio padrão; *= Intervalo de confiança 95% considerado significativo.

De acordo com os resultados da tabela 6 durante as dezesseis sessões de intervenção os valores de FEV₁ e Peak-Flow, obtidos antes e após o início de cada sessão, apresentaram aumento significativo em ambos os grupos o que caracterizou não haver BIE durante o exercício nos participantes. Estes resultados possibilitam inferir que ambos os treinamentos podem ser aplicados em crianças e adolescentes asmáticos de forma segura.

5- DISCUSSÃO

De acordo com nossas hipóteses houve redução clinicamente significativa dos valores de FeNO após ambos os treinamentos, aeróbio e combinado, porém o tamanho do efeito para redução da FeNO no grupo combinado, foi de 0,68 considerado nível médio comparado ao grupo aeróbio que foi pequeno de 0,47. Embora com metodologia diferente, nossos resultados estão de acordo com os achados de Gleeson et al, 2011³¹ que observaram efeitos anti-inflamatórios após o exercício físico, por meio de diminuição da liberação de adipocinas pró-inflamatórias, aumento da produção e liberação de citocinas anti-inflamatórias como a IL6 que quando é liberada pela contração muscular regula a liberação de TNF α , causando efeito protetor e estimulando a liberação das interleucinas anti-inflamatórias 10 e 1ra, a IL10 inibe a produção de interleucinas 1a e 1b, bem como a indução de NOS2. Cabe salientar que os resultados desses autores levaram também a redução dos valores de FeNO pós exercício físico.

Semelhantemente aos nossos resultados, e em pacientes asmáticos, a redução da inflamação sistêmica e pulmonar foi verificada por Onur et al, 2011²⁷, após oito semanas de treinamento aeróbio, nos quais os valores de NO e níveis de marcadores de estresse oxidante diminuíram em concordância com um aumento significativo da atividade enzimática antioxidante quando comparadas ao tratamento farmacológico isolado. Da mesma forma Gomes, et al, 2015³³ obtiveram resultados semelhantes em crianças com asma moderada a grave e França-Pinto et al. 2015⁶⁹ evidenciaram redução da FeNO em adultos asmáticos após programa de treinamento aeróbio por 12 semanas.

Ainda que os resultados encontrados na literatura não se caracterizem exatamente com a mesma especificidade metodológica que adotamos nas crianças e adolescentes asmáticos, nossos resultados estão de acordo com os achados de vários estudos, no que se refere ao FeNO, para ambos os grupos estudados.

Em relação ao exercício combinado, que envolveu o treinamento com o videogame, acrescido de exercícios resistido, não encontramos na literatura referências com crianças e adolescentes asmáticos, avaliados pelo FeNO. Todavia, nossos resultados permitem concluir que o treinamento combinado reduz de forma mais eficiente a inflamação pulmonar nesta população, em comparação com o treinamento aeróbio.

Apesar dessa população e pacientes não ter sido muito explorada com essa metodologia, diversos estudos foram conduzidos com outras populações de pacientes, tal como o estudo de Conraads et al, 2002⁵⁶, os quais observaram redução significativa no receptor de TNF α após treinamento combinado em pacientes com doença arterial coronariana e cardiomiopatia dilatada idiopática, ou como o estudo de Heffernan et al, 2009⁵⁸, que avaliaram a resposta inflamatória sistêmica após treinamento de resistência e observaram redução da contagem de glóbulos brancos e proteína C-reativa em adultos afro-americanos. Outros estudos, como de Phillips et al. 2010⁵⁷, Marques et al, 2013⁶⁷ e Forti et al, 2014⁶⁸ também detectaram redução da inflamação sistêmica (TNF α , produção estimulada por lipopolisacarídeos de IL-6, IL-1 β , proteína C-reativa e interferon) em idosos previamente sedentários, após treinamento combinado. Além desses resultados corroborarem com nossos resultados, podemos entender que há eficiência e também segurança no treinamento com exercício combinado para crianças e adolescentes asmáticos.

Constatamos aumento da força muscular no grupo de exercício combinado com a carga máxima dos MMSS partindo de 2 kg para 4 kg (tamanho do efeito grande de 1,28) enquanto que nos MMII de 30 kg para 51 kg (tamanho do efeito grande de 1,09). Este resultado confirma que o treinamento combinado aumenta a força muscular o que já era esperado e confirma os trabalhos prévios de Payne et al 1997⁴⁹ e Faigenbaum et al^{50-53,55} que relataram um aumento da força de até 74% (média de 30%), além de melhora no desempenho de habilidades motoras, resistência a lesões, redução do risco cardiovascular, promoção de bem-estar psicossocial, aumento da massa magra, redução da gordura corporal e dos lipídeos sanguíneos, e melhorar a sensibilidade a insulina, formação no crescimento ósseo e maximizar a densidade mineral óssea em jovens.

Nossos resultados estão de acordo também com os de Stracciolini et al 2016⁷¹ que também evidenciaram aumento da força muscular após programa de exercício resistido por 8 a 12 semanas além de redução de até 50% das lesões em crianças e adolescentes dançarinas.

No que se refere ao desempenho físico de um modo geral, constatamos que no grupo que realizou treinamento aeróbio houve um melhor desempenho no TCP, com melhora da aptidão física e cardiopulmonar (velocidade, inclinação e distância percorrida). Resultados estes que estão de acordo com aqueles observados por Basaran et al 2006⁷⁰ em crianças com asma leve a moderada após um programa de treinamento de basquete por 8 semanas. Esses

autores constataram também que houve aumento da distância percorrida por essas crianças no teste de caminhada de seis minutos.

Esses resultados de melhora no TCP, ainda que discretos, podem ser considerados como melhora da capacidade aeróbia nessa população de crianças e adolescentes asmáticos e está de acordo com resultados observados por Lochte et al em 2012²⁰ os quais constataram que após dez meses de exercício aeróbio em crianças com asma, essas apresentaram melhora da capacidade aeróbica. Resultados semelhantes foram constatados por Carson et al 2013¹⁵ os quais constataram que o treinamento aeróbio tem efeito protetor contra o desenvolvimento de asma, além de melhorar a tolerância ao exercício físico e a saúde mental de seus pacientes. O mesmo ocorreu com os achados de Wanrooj et al 2014¹⁶, ao aplicarem três meses de treinamento aeróbio em crianças saudáveis

Ainda em se tratando dos resultados do TCP, pudemos constatar que nos participantes do grupo que realizou treinamento combinado houve melhora do condicionamento físico (distância percorrida no TCP) e rápido retorno cardiovascular a condição basal, com redução significativa da FC de recuperação após o teste (o tamanho do efeito foi de 0,90 o que é considerado grande) e manutenção da redução da FC após cinco minutos do TCP. Resultados estes, especialmente a redução da FC de recuperação, também foram observados por Heffernan et al. 2009⁵⁸, ao aplicarem o treinamento resistido por seis semanas em jovens.

Constatamos também que houve variação da FC em ambos durante o treinamento, pois a FC média foi de 64% e a FC máxima de 80% da FC máxima predita. De acordo com Tanaka⁷³ a previsão seria de 199 bpm no grupo resistido e 201 bpm no grupo aeróbio. Valores estes recomendados para o treinamento e melhorar do desempenho aeróbio em pacientes com doenças pulmonares. Cabe lembrar que a FC máxima atingida em treinamento aeróbio utilizando VGA também foi constatada por Biddiss et al 2010³² atingindo de 50-80% da FC máxima e Gomes et al 2015³³ demonstraram que o jogo Kinect / “Reflex Ridge” atinge uma FC média de 90% da FC máxima após treinamento por oito semanas. Não foi encontrado na literatura resultados sobre a FC média e máxima atingidas após treinamento combinado, especificamente em asmáticos.

Em relação ao controle da doença, todas as crianças e adolescentes estudados foram classificados como controlados em relação a doença de acordo com o ACQ6, destacando que o grupo aeróbio, apresentou score maior antes do treinamento, e melhor resultado referente ao controle clínico e qualidade de vida. Em conformidade com esses resultados, a qualidade de vida, avaliada pelo PAQLQ detectou melhora em ambos os grupos estudados. Esta melhora

se deu em relação aos fatores psicológicos, emocionais e durante a realização de atividades físicas, ou seja, quanto menos incomodado o participante relatou estar durante suas atividades, com menos sintomas e alterações psicológicas mais controlado ele se encontrava em relação a Asma. Resultados que também foram constatados por Fanelli et al 2007¹⁹, ao estudarem também crianças e adolescentes com asma moderada a grave, após 16 semanas de exercício combinado.

A qualidade de vida de indivíduos que realizam um treinamento físico tem sido relatada ao longo dos anos, seja em crianças ou em adultos. De acordo também com nossos resultados, Andrade et al 2014⁷², França-Pinto et al 2015⁶⁹ e Basaran et al 2006⁷⁰ registraram maior pontuação no PAQLQ após treinamento aeróbio por seis a oito semanas.

No que se refere a função pulmonar, não encontramos diferenças significativas nos resultados de espirometria e força muscular respiratória em ambos os grupos. Cabe salientar que todos os participantes se encontravam com a asma controlada e sem obstrução brônquica. Resultados estes que estão de acordo com aqueles descritos por Wanrooj, et al 2014¹⁶ e por Carson et al 2013¹⁵ em suas revisões sistemáticas sobre o exercício em crianças e adolescentes asmáticas. Apesar disso, Andrade et al 2014⁷² detectaram melhora da força muscular respiratória após seis semanas de treinamento aeróbio. Apesar deste não ter sido exatamente nossos objetivos, possivelmente um treinamento mais direcionado a aquisição da força dos músculos respiratórios, possibilite resultados mais expressivos sobre esta variável.

Ainda sobre a função pulmonar, podemos considerar que em termos de monitorização dos participantes em cada sessão não houve redução do Peak-Flow e do VEF₁ que caracterizasse BIE pré e pós treinamento em ambos os grupos. Este resultado também foi encontrado por Andrade et al 2014⁷² após treinamento aeróbio em crianças asmáticas. Nossos achados sobre essa variável reforçam a segurança no uso e aplicação de exercícios físicos, como treinamento, seja aeróbio ou resistido, podendo ser realizados de forma segura em crianças e adolescentes asmáticos.

E em relação às variáveis antropometrias em ambos os grupos não apresentaram diferença após as intervenções, foi possível constatar que todos os participantes foram considerados eutróficos para estatura e faixa etária, de acordo com escore Z e não apresentaram alteração na porcentagem de composição corporal após as intervenções, possivelmente pelo fato dos participantes estarem em período de maturação e desenvolvimento corporal. Estes resultados puderam contribuir para assegurar maior homogeneidade amostral.

Finalmente, apesar de nossas hipóteses terem sido confirmadas na maioria dos achados encontrados, evidencia-se a necessidade de novos estudos que possam melhor elucidar aspectos fundamentais a luz da fisiologia do exercício e também das evidências clínicas, em maior escala.

6- CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que o treinamento combinado de videogame com exercício resistido é mais eficaz na redução da inflamação pulmonar e possibilita aumento da força muscular, melhora da qualidade de vida, controle clínico da doença, da aptidão aeróbia, condicionamento físico, recuperação e retorno cardiovascular em crianças e adolescentes asmáticos. Sendo assim, o videogame ativo, que consiste de uma atividade bem mais atraente para crianças e adolescentes, e que também apresenta importante melhora no tratamento da asma, e o exercício resistido, quando combinado ao aeróbio, pode ser realizado de forma segura nesta população.

7-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Global Strategy for Asthma Management and Prevention, Global Initiative for Asthma (GINA) 2016. Available from: <http://www.ginasthma.org/>
2. British Thoracic Society Scottish Intercollegiate Guidelines Network. British guideline on the management of asthma. A national clinical guideline. Revised in 2016.
3. Asher, I. The International Study of asthma and Allergies in Childhood (ISSAC). New Zealand Medical Journal.2008;121,117-118.
4. Solé D, Melo KC, Camelo-Nunes IC, Freitas LS, Britto M, Rosário NA, Jones M, Fischer GB, Nasipitz CK. Changes in the prevalence of asthma and allergic diseases among Brazilian schoolchildren (13-14 years old): comparison between ISAAC Phases One and Three. J Trop Pediatr.2007 Feb;53(1):13-21.Epub Sep 2006.
5. Pereira C.A.C. Espirometria. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. Jornal Brasileiro de Pneumologia. 2002 - Vol. 28 - Supl. 3
6. Rodrigues JC, Cardieri JMA, Bussamra MHCF, Nakaie CMA, Almeida MB, Silva Fº LVF, Adde FV. Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. Jornal Brasileiro de Pneumologia. 2002 - Vol. 28 - Supl. 3
7. Juniper EF, O'Byrne PM, Guyatt GH, Ferrie PJ, King DR. Development and validation of a questionnaire to measure asthma control. Eur Respir J. 1999; 14: 902-7.
8. Juniper EF, Guyatt GH, Feeny DH, Ferrie PJ, Griffith LE, Townsend M. Quality of Life: Measuring quality of life in the parents of children with asthma. Springer, vol. 5, No. 1 (Feb, 1996), pp. 27-34. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/4034777> Accessed: 18-09-2016 08:13 UTC
9. Sarria EE, Rosa R CM, Fischer GB, Hirakata VN, Rocha NS, Mattiello R. Versão brasileira do Paediatric Asthma Quality of Life Questionnaire: validação de campo. Jornal Brasileiro de Pneumologia. 2010 - Volume 36 - Número 4 (Julho/Agosto)
10. Dweik, R.A; Boggs, P.B; Erzurum, S.C, et al. An Official ATS Clinical Practice Guideline: Interpretation of Exhaled Nitric Oxide Levels (FeNO) for Clinical Applications. Am J Respir Crit Care Med. 2011 Sep 1; 184(5): 602–615. doi: 10.1164/rccm.9120-11ST.
11. Petsky HL¹, Kew KM, Chang AB. Exhaled nitric oxide levels to guide treatment for children with asthma. Cochrane Database Syst Rev. 2016 Nov 9;11:CD011439.
12. ATS/ERS Recommendations for Standardized Procedures for the Online and Offline Measurement of Exhaled Lower Respiratory Nitric Oxide and Nasal Nitric Oxide. Am J RespirCrit Care Med. 2005;171:912–30.
13. De Freitas Dantas Gomes EL, Costa D. Evaluation of functional, autonomic and inflammatory outcomes in children with asthma. *World J Clin Cases* 2015; 3(3): 301-309
14. Start active, stay active: report on physical activity in the UK,2011
15. Carson KV, Chandratilleke MG, Picot J, Brinn MP, Esterman AJ, Smith BJ. Physical training for asthma. Cochrane Database Syst Rev. 2013; 30:9.
16. Lochte L. Research Article Predicted Aerobic Capacity of Asthmatic Children: A Research Study from Clinical Origin .Hindawi Publishing Corporation Pulmonary Medicine Volume 2012, Article ID 854652, 9 pages doi:10.1155/2012/854652.
17. Fanelli A, Cabral AL, Neder JA, Martins MA, Carvalho CR, et al. Exercise Training on Disease Control and Quality of Life in Asthmatic Children. Med Sci Sports Exerc. 2007 Sep;39(9):1474-80.
18. Wanrooj VHM, Willeboordse M, Dompeling E, van de Kant KDG. Exercise training in children with asthma: a systematic review.Br J Sports Med 2014;00:1-10.doi:10.1136/bjsports-2012-091347.
19. Avallone KM, McLeish AC. Asthma and aerobic exercise: A review of the empirical literature. Journal of Asthma 2012: 1 - 23 . [DOI:10.3109/ 02770903.2012.759963]
20. Rodgers GP, Ayanian JZ, Balady G, et al. American College of Cardiology/American Heart Association clinical competence statement on stress testing. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association/American College of Physicians–American Society of Internal Medicine Task Force on Clinical Competence. Journal of the American College of Cardiology. Volume 36, Issue 4, October 2000DOI: 10.1016/S0735-1097(00)01029-9

21. Zwiren LD. Considerações sobre testes de esforço e sua prescrição durante a infância in Manual de Pesquisa das diretrizes do ACSM (American College Sports medicine) para os testes de esforço e sua prescrição. Guanabara Koogan 4^a Edição, 2003 pag: 522-28.
22. Zijp MHMVC, Ijssestijn H, Takken T, Willemsen SP, Tibboel D, Stam HJ et al. Exercise testing of pre-school children using the Bruce treadmill protocol: new reference values. *Eur J Appl Physiol*.2010; 108:393–99. pmid:19821120
23. Lamb KL. Children's Ratings of Effort during Cycle Ergometry: An Examination of the Validity of Two Effort Rating Scales. *PediatrExercSci*. 1995; 7: 407–21.
24. Villa F, Castro AP, Pastorino AC, et al. Aerobic capacity and skeletal muscle function in children with asthma. *Arch Dis Child* 2011; 96:554–9.
25. Onur E, Kabaroglub C, Günaya O, et al. The beneficial effects of physical exercise on antioxidant status in asthmatic children. Allergologia et Immunopathologia, Volume 39, Issue 2, March–April 2011, Pages 90–95.
26. Petersen, AMW; Petersen, BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol* 98: 1154–1162, 2005; doi:10.1152/japplphysiol.00164.2004
27. National Asthma Education and Prevention Program, Third Expert Panel on the Diagnosis and Management of Asthma. Expert Panel Report 3: Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma. Bethesda (MD): National Heart, Lung, and Blood Institute (US); 2007 Aug. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7232/>
28. Cano-Garcinuño A, Carvajal-Urueña I, Díaz-Vázquez CA, Domínguez-Aurrecoechea B , García-Merino A ,Mola-Caballero de Rodas P ,Mora-Gandarillas I. Clinical Correlates and Determinants of Airway Inflammation in Pediatric Asthma. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2010;20(4):303-310.
29. Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ, Lindley MR, Mastana SS and Nimmo MA. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nature Review*.2011;11:607-615.
30. McNarry, M.A; Mackintosh, K.A. Investigating the Relative Exercise Intensity of Exergames in Prepubertal Children. *GAMES FOR HEALTH JOURNAL: Research, Development, and Clinical Applications*. Volume 5, Number 2, 2016 Mary Ann Liebert, Inc. DOI: 10.1089/g4h.2015.0094
31. Biddiss E, Irwin J. Active video games to promote physical activity in children and youth: a systematic review. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2010 Jul;164(7):664-72. doi: 10.1001/archpediatrics.2010.104
32. Gomes, ELFD; Carvalho, CRF; Souza, FSP; Carvalho, EFT; Mendonça, JFB; Stirbulov,R; Sampaio, LMM; Costa, D. Active Video Game Exercise Training Improves the Clinical Control of Asthma in Children: Randomized Controlled Trial. *PLOS ONE* | DOI: 10.1371/journal.pone.0135433 August 24, 2015.
33. Maddison R, Foley L, Ni Mhurchu C. et al. Effects of active video games on body composition: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2011;94 doi: 10.3945/ajcn.3110.009142.
34. Graf DL, Pratt LV, Hester CN, Short KR. Playing Active Video Games Increases Energy Expenditure in Children. *Pediatrics*. 2009; 124: 534-41. doi: 10.1542 / peds.2008-2851.PMID: 19596737.
35. Kuys SS, Hall K, Peasey M, Wood M, Cobb R, Bell SC. Gaming console exercise and cycle or treadmill exercise provide similar cardiovascular demand in adults with cystic fibrosis: a randomized crossovertrial. *J Physiother*.2011;57: 35–40. pmid:21402328
36. Holmes H, Wood J, Jenkins S, Winship P, Lunt D, Bostock S, Hill K. Xbox Kinect™ represents high intensity exercise for adults with cystic fibrosis. *Journal of Cystic Fibrosis*. Volume 12, Issue 6, December 2013, Pages 604-608. <https://doi.org/10.1016/j.jcf.2013.05.005>
37. Corral T, Percegon J, Seborga M, Rabinovich RA, Vilaró J. Physiological response during activity programs using Wii-based video games in patients with cystic fibrosis (CF). *J Cyst Fibros*. 2014;13(6):706–11. pmid:24935613
38. Donovan CO, Hirsch E, Holohan E, Mc Bride I, Mc Manus R, Hussey J. Energy expended playing Xbox Kinect and Wii games: a preliminary study comparing single and multiplayer modes. *Physiother* 2012;98:224–9. doi: 10.1016/j.physio.2012.05.010
39. Baranowski T, Abdelsamad D, Baranowski J, O'Connor TM, Thompson D, Barnett A et al. Impact of an Active Video Game on Healthy Children's Physical Activity. *Pediatrics* 2012; 129:e636–42. doi: 10.1542/peds.2011-2050. pmid:22371457

40. LeBlanc AG, Chaput JP, McFarlane A, Colley RC, Thivel D, Biddle SJ, et al. Active video games and health indicators in children and youth: a systematic review. *PLoS One*. 2013;8: e65351. doi: 10.1371/journal.pone.0065351. pmid:23799008
41. Smallwood SR, Morris MM, Fallows SJ, Buckley JP. Physiologic responses and energy expenditure of kinect active video game play in schoolchildren. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2012;166:1005–1009. pmid:23007801
42. Mellecker RR, Mc Manus AM. Active video games and physical activity recommendations: A comparison of the Gamercize Stepper, XBOX Kinect and XaviX J-Mat. *J SciMed Sport*. 2014;17:288–92. doi: 10.1016/j.jsams.2013.05.008
43. Chin A Paw MJM, Jacobs WM, Vaessen EPG, Titze S, Van Mechelen W. The motivation children to play an active video game. *J Sci Med Sport*. 2008. 11:163–6. pmid:17706461 doi: 10.1016/j.jsams.2007.06.001
44. Moreira A, Delgado L, Haahtela T, Fonseca J, Moreira P, Lopes C et al. Physical training does not increase allergic inflammation in asthmatic children. *EurRespir J* 2008, 32:1570–1575.
45. Bonsignore M, Grutta SL, Cibella F, Scichilone N, Cuttitta G, Interrante A et al. Effects of exercise training and montelukast in children with mild asthma. *MedSci Sports Exerc* 2008, 40:405–412.
46. Mendes FA, Almeida FM, Cukier A, Stelmach R, Jacob-Filho W, Martins MA et al. Effects of aerobic training on airway inflammation in asthmatic patients. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43: 197–203. pmid:20581719
47. Baquet G, Gamelin FX, Mucci P, Thévenet D, Van Praagh E, Berthoin S. Continuous vs. interval aerobic training in 8- to 11-year-old children. *J Strength Cond Res*. 2010;24(5):1381-1388.
48. Payne VG; Morrow JR, Johnson, L, et al. Resistance Training in Children and Youth: A Meta-Analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*.1997: 68:1, 80-88, DOI:10.1080/02701367.1997.10608869
49. Faigenbaum,AD. Strength training for children and adolescents. *Pediatric and Adolescent sports injures*, 2000.
50. Behm, DG, Faigenbaum, AV, Falk, B, Klentrou, P. Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents .*Appl. Physiol. Nutr. Metab*. Vol. 33, 2008.
51. Faigenbaum, AV, Myer, GD. Pediatric Resistance Training: Benefits, Concerns, and Program Design Considerations. *Current Sports Medicine Reports*. Volume 9 c Number 3 c May/June 2010.
52. Faigenbaum A, Kraemer WJ, Blimkie CJR, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, Rowland TW. Youth resistance training: Updated position Statement paper from the National strengt and conditioning association. *Journal of strength and conditioning research*. Volume 23 | supplement 5 | august 2009 .
53. Landry BW, Driscoll, SW. Physical Activity in Children and Adolescents. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*. Vol. 4, 826-832, November 2012.
54. Faigenbaum, AV. Resistance Exercise and Youth: Survival of the Strongest. *Pediatric Exercise Science*, 2017, 29, 14 -18.
55. Conraads VM , Beckers P , Bosmans J , De Clerck LS , Stevens WJ , Vrints CJ , Brutsaert DL. Combined endurance/resistance training reduces plasma TNF-alpha receptor levels in patients with chronic heart failure and coronary artery disease. *Eur Heart J*. 2002 Dec; 23 (23): 1854-60. HYPERLINK "https://doi.org/10.1123/pes.2016-0262"
56. Phillips M. D., Flynn M. G., B. Mc Farlin K., Stewart L. K. e Timmerman K. L. Treinamento de resistência em oito-Repetição Máxima Reduz o Milho Inflamatório em Mulheres Idosas. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 42, nº 2. pp. 314-325, 2010.
57. Heffernan, KS et al. S. C-reactive protein and cardiac vagal activity following resistance exercise training in young African-American and white men. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* Published 1 April 2009 Vol. 296 no. 4, R1098-R1105 DOI:10.1152/ajpregu.90936.2008.
58. Tanaka H, Monahan KG, Seals DS. Age – predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37(1):153-6.

59. Polgar G, Promadhat V, editors. Pulmonary function testing in children: techniques and standards. Philadelphia: Saunders; 1971. 273p.
60. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99(5):696-702.
61. Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization* 2007; 85 (9): 660–7. pmid:1802662.
62. Goran MI, Kaskoun MC, Carpenter WH, Poehlman ET, Ravussin E, Fontivielle AM. Estimating body composition in young children by using bioelectrical resistance. *J Appl Physiol.* 1993;75:1776–80. pmid:8282631.
63. Juniper EF, Gruffydd-Jones K, Ward S, Svensson K. Asthma Control Questionnaire in children: validation, measurement properties, interpretation. *European Respiratory Journal* 2010 36: 1410-1416; DOI: 10.1183/09031936.00117509.
64. Souza PJ, Sant’Anna CC, March MFB. Quality of life in asthmatic children: a literature review *Rev Paul Pediatr* 2011; 29(4):640-4.
65. La Scala CS, Naspitz CK, Solé D. Adaptation and validation of the Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire (PAQLQ) in Brazilian asthmatic children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)* 2005; 81:54-60.
66. Cohen, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale (NJ);1988, 567p.
67. Marques, E.A., et al., Response of bone mineral density, inflammatory cytokines, and biochemical bone markers to a 32-week combined loading exercise program in older men and women. *Arch. Gerontol. Geriatr.* (2013),[http:// dx.doi.org/10.1016/j.archger.2013.03.014](http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2013.03.014).
68. Forti LN et al. Strength training reduces circulating interleukin-6 but not brain-derived neurotrophic factor in community-dwelling elderly individuals. *Age (Dordr)* 2014 Oct; 36(5): 9704. doi: [10.1007/s11357-014-9704-6](https://doi.org/10.1007/s11357-014-9704-6).
69. França-Pinto A, Mendes FAR, Carvalho-Pinto RM, Agondi RC, Cukier A, Stelmach R, Saraiva-Romanholo BM, Kalil JM, Martins MA, Giavina-Bianchi P, Carvalho CRF. Aerobic training decreases bronchial hyperresponsiveness and systemic inflammation in patients with moderate or severe asthma: a randomised controlled trial. *Thorax* 2015; 70:732–739. doi:10.1136/thoraxjnl-2014-206070.
70. Basaran S, Guler-Uysal F, Ergen N, Seydaoglu G, Bingol-Karakoc G, Altintas DU. Effects of Physical exercise on quality of life, exercise capacity and pulmonary function in children with asthma. *J Rehabil Med* 2006; 38: 130_ 135
71. Stracciolini A, Hanson E, Kiefer AW, Myer GD, Faigenbaum AD. Resistance Training for Pediatric Female Dancers. *Journal of Dance Medicine & Science • Volume 20, Number 2, 2016.*
72. Andrade LB, Britto MCA, Silva NL, Gomes RG, Figueroa N. The efficacy of aerobic training in improving the inflammatory component of asthmatic children. Randomized trial *Respiratory Medicine* (2014) 108,1438e1445. 0954-6111/ª 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.