

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

Fernanda Balbinot

**INVESTIGAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO ENTRE A ATIVIDADE FÍSICA REGULAR E
FUNÇÃO PULMONAR EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES**

Porto Alegre

2023

Fernanda Balbinot

**INVESTIGAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO ENTRE A ATIVIDADE FÍSICA REGULAR E
FUNÇÃO PULMONAR EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Saúde da Universidade Federal de
Ciências da Saúde de Porto Alegre, como requisito
para obtenção do título de Doutora em Ciências da
Saúde.

Orientadora: Profa. Dra. Margaret W. Gerbase

Porto Alegre

2023

Catálogo na Publicação

Balbinot, Fernanda

Investigação da associação entre a atividade física regular e função pulmonar em crianças e adolescentes / Fernanda Balbinot. -- 2023.

107 p. : graf., tab. ; 30 cm.

Tese (doutorado) -- Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2023.

Orientador(a): Margaret Weidenbach Gerbase.

1. Função pulmonar. 2. Espirometria. 3. Atividade física. 4. Crianças e adolescentes. I. Título.

Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFCSPA com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

RESUMO

Introdução: Durante a infância e adolescência, o estilo de vida tem o potencial de influenciar o pleno desenvolvimento da função pulmonar, gerando efeitos que podem se estender à vida adulta. A prática de atividade física é um dos fatores associados à melhor função pulmonar em crianças e adolescentes com doenças respiratórias como asma e fibrose cística. Porém, a influência da atividade física no desenvolvimento da função pulmonar em crianças e adolescentes da população geral ainda é controversa. Além disso, não está claro se a obesidade tem papel modificador ou mediador na potencial relação entre atividade física e função pulmonar. **Objetivos:** O objetivo geral desta tese foi investigar a associação entre a prática regular de atividade física e a função pulmonar em crianças e adolescentes em idade escolar. Os objetivos específicos foram: (1) revisar sistematicamente a literatura para investigar o efeito de intervenções com programas de exercício regular sobre os parâmetros espirométricos em crianças e adolescentes saudáveis; (2) aferir e avaliar os desfechos espirométricos de crianças e adolescentes em idade escolar em uma cidade do sul do Brasil; (3) investigar se há associação entre a prática regular de atividade física e os desfechos espirométricos nessa população; (4) investigar se a potencial associação entre atividade física e desfechos espirométricos difere de acordo com o status de peso dos participantes; e (5) investigar se a redução do índice de massa corporal media a associação entre atividade física e índices espirométricos. **Métodos:** Dois estudos foram realizados. O primeiro estudo foi uma revisão sistemática e metanálise de estudos de intervenção que investigou se intervenções com exercício físico melhoravam os resultados espirométricos de crianças e adolescentes saudáveis. Os critérios de inclusão foram: (a) os participantes eram crianças e adolescentes saudáveis com idade ≤ 18 anos; (b) a intervenção (exercício) estava suficientemente bem descrita, de maneira que pudesse ser replicada; (c) o desfecho era a função pulmonar aferida por espirometria, antes e depois o fim da intervenção. Os desfechos de interesse foram a capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) e o pico de fluxo expiratório (PFE). Após análise narrativa, foram realizadas metanálises intra- e entre-grupos utilizando o software R. Análise de subgrupo conforme a idade dos participantes e duração das intervenções também foi realizada. O segundo objeto desta tese foi um estudo transversal que investigou (1) se a atividade física estava associada a função pulmonar de crianças e adolescentes da população-geral; (2) se esta associação era modificada pelo status de peso dos participantes; e (3) se esta associação era mediada pelo índice de massa corporal. Neste estudo, foram incluídos 460 escolares, de 7 a 17 anos, selecionados aleatoriamente dentre as escolas públicas de uma cidade do

sul do Brasil. Foram coletados dados sobre medidas antropométricas, atividade física, tempo de tela e dados de espirometria. A análise dos dados foi realizada utilizando-se análises de regressão linear e análise de variância (ANOVA) de duas vias. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (parecer nº 2.343.173). O protocolo do estudo foi aprovado pelas Secretarias de Educação e de Saúde de Estância Velha, bem como pelos diretores das escolas. **Resultados:** No estudo de revisão sistemática e metanálise, foram rastreados 7942 estudos; destes, 8 foram incluídos na revisão sistemática e metanálise. Dentre os 8 estudos incluídos, 4 possuíam um grupo controle inativo. Na metanálise intragrupo, que avaliou a diferença nos parâmetros espirométricos pré- e pós-exercício, foi observado aumento significativo na capacidade vital forçada (CVF) [diferença média: 0.17L, 95%IC: 0.07 – 0.26, $p = 0.0008$] e ao volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) [diferença média: 0.14L, 0.06 – 0.22, $p = 0.001$]. Não houve diferença significativa de resultados nos subgrupos por idade e por duração da intervenção. Na metanálise entre-grupos, que avaliou a diferença entre os valores espirométricos entre o início e o fim do estudo no grupo exercício em comparação com o grupo controle, a CVF, o VEF₁ e o PEF foram maiores no grupo que fez exercício comparado ao grupo controle, porém as diferenças não foram estatisticamente significativas. Quanto ao estudo transversal, os participantes incluídos eram em sua maioria inativos (57.8%) e passavam um alto tempo em frente à telas como computador e celular (56.5%). Cerca de 69% dos participantes tinham um peso considerado normal, enquanto 31% tinham excesso de peso na análise estatística, e houve associação positiva entre a prática de atividade física e a CVF [$\beta = 3.897$, $p = 0.001$], e o VEF₁ [$\beta = 2.931$, $p = 0.021$]. O status de peso não modificou significativamente estas associações [$p_{\text{interação}} = 0.296$ e 0.057 para CVF e VEF₁, respectivamente], e o IMC não mediou as associações significativamente [$p > 0.05$]. **Conclusão:** No estudo de revisão sistemática e metanálise, os resultados indicam que a atividade física tem o potencial de beneficiar a função pulmonar de crianças e adolescentes saudáveis, embora o pequeno número de estudos e suas limitações metodológicas chamem atenção para a necessidade de novos estudos mais bem delineados sobre este tema. De maneira similar, no estudo transversal, a prática de atividade física foi associada à maior CVF e maior VEF₁ nas crianças e adolescentes da população geral, reforçando a importância da atividade física nesta faixa etária. Além disso, as associações observadas não foram modificadas pelo status de peso nem mediadas pelo IMC.

Palavras-chave: Função pulmonar. Espirometria. Atividade física. Child. Adolescente.

ABSTRACT

Introduction: During childhood and adolescence, lifestyle factors have the potential to influence the development of the lung function, with effects that can extend into adult life. Physical activity is one of the factors which have been shown to be associated with better lung function in children and adolescents with respiratory diseases, such as asthma and cystic fibrosis. However, the influence of physical activity on the development of lung function in children and adolescents from the general population remains uncertain. Furthermore, it is unclear whether obesity has a modifying or mediating role in the potential relationship between physical activity and lung function. **Objectives:** The main objective of this thesis was to investigate the association between regular physical activity and lung function in school-age children and adolescents. The specific objectives were: (1) to systematically review the literature to investigate the effect of interventions with regular exercise programs on spirometric parameters in healthy children and adolescents; (2) to measure and evaluate spirometric outcomes in school-age children and adolescents in a city in southern Brazil; (3) to investigate if there was an association between regular physical activity and spirometric outcomes in this population; (4) to investigate if the potential association between physical activity and spirometric outcomes differed according to the weight status of the participants; and (5) to investigate if the reduction of body mass index mediated the association between physical activity and spirometric indices.

Methods: Two studies were carried out. The first study was a systematic review and meta-analysis of intervention studies that investigated whether exercise interventions improved spirometric outcomes in healthy children and adolescents. Inclusion criteria were: (a) participants were healthy children and adolescents aged ≤ 18 years; (b) the intervention (exercise) was described in enough detail so that it could be replicated; (c) the outcome was lung function measured by spirometry before and after the completion of the intervention. The outcomes of interest were forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV_1), and peak expiratory flow (PEF). After narrative analysis, within- and between-group meta-analyses were performed using the R software. Subgroup analyses according to the participants' age and duration of interventions were also performed. The second study of this thesis was a cross-sectional study that investigated (1) whether physical activity was associated with lung function in children and adolescents from the general population; (2) whether this association was modified by the participants' weight status; and (3) whether this association was mediated by body mass index. In this study, we included 460 schoolchildren aged 7 to 17 years, randomly selected from public schools in a city in southern Brazil.

Data on anthropometric measurements, physical activity, screen time and spirometry were collected. Data analysis was performed using linear regression analysis and two-way analysis of variance (ANOVA). The study was approved by the Ethics Committee of the Federal University of Health Sciences of Porto Alegre (approval number 2.343.173). The study protocol was approved by the city's Educational and Health Departments, as well as the schools' principals. **Results:** In the systematic review and meta-analysis, among the 7942 studies that were screened, 8 were included. Among the 8 included studies, 4 had an inactive control group. In the intra-group meta-analysis, which assessed the difference in spirometric parameters pre- and post-exercise, we observed significant improvements within the exercise groups regarding and forced vital capacity (FVC) [mean difference: 0.17 L, 95% CI: 0.07 – 0.26, $p = 0.0008$] and forced expiratory volume in the 1st second (FEV₁) [mean difference: 0.14 L, 95% CI: 0.06 – 0.22, $p = 0.001$]. The subgroup analyses by age and duration of the interventions did not influence the results significantly. In the between-group analysis, which investigated the difference in spirometric values between the beginning and the end of the study in the exercise group compared to the control group, FVC, FEV₁ and PEF were higher in the exercise-compared to the non-exercise group, but the differences did not reach statistical significance. In the cross-sectional study, the included participants were mostly inactive (57.8%) and spent a high amount of time in front of screens such as computers and cell phones (56.5%). Approximately 69% of the participants were considered as being normal-weight and 31% were considered as having excess weight. In the statistical analysis, there were positive associations between physical activity and FVC [$\beta = 3.897$, $p = 0.001$] and FEV₁ [$\beta = 2.931$, $p = 0.021$]. The subjects' weight status did not modify the results significantly [$p_{\text{interaction}} = 0.296$ and 0.057 for FVC and FEV₁, respectively]. The BMI did not mediate the association between physical activity and the spirometric outcomes [$p > 0.05$]. **Conclusion:** In the systematic review and meta-analysis, the results indicate that physical activity has the potential to benefit the lung function of healthy children and adolescents, but the small number of studies and their methodological limitations draw attention to the need for further well-designed studies on this topic. In the cross-sectional study, physical activity was associated with higher FVC and higher FEV₁ in children and adolescents from the general population, reinforcing the importance of physical activity for this age group. Besides, these associations were not modified by weight status or mediated by BMI.

Keywords: Lung function. Spirometry. Physical activity. Child. Adolescent.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAP: Academia Americana de Pediatria

ATS/ERS: American Thoracic Society/European Respiratory Society

CVF: capacidade vital forçada

DM: diferença média

DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica

FEF_{25-75%}: fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da capacidade vital forçada

IC 95%: intervalo de confiança de 95%

IMC: índice de massa corporal

OMS: Organização Mundial da Saúde

PFE: pico de fluxo expiratório

SBP: Sociedade Brasileira de Pediatria

TCLE: termo de consentimento livre e esclarecido

UFCSPA: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo

AGRADECIMENTOS

À Professora Dra. Margaret W. Gerbase, minha orientadora, que me acolheu e incentivou desde o primeiro contato, ainda na graduação. Obrigada pela oportunidade de realizar este doutorado e por tantas outras que seguiram. Obrigada pela disponibilidade, pelas respostas rápidas e pelas revisões cuidadosas. E, sobretudo, obrigada pela sua generosidade. Este doutorado não teria sido tão proveitoso se a senhora não tivesse disponibilizado tempo para que eu pudesse me desenvolver e me tornar mais autônoma, principalmente na fase de análise dos dados. Espero um dia fazer pelos meus alunos tudo o que a senhora fez por mim.

À professora Dra. Eliana Wendland, pela oportunidade de participar da pesquisa da qual esta tese se originou.

À Secretaria Municipal de Saúde de Estância Velha, em especial ao Sr. Luciano Severo, pelo auxílio no contato com as escolas, compra de material e transporte dos pesquisadores durante a coleta de dados para a pesquisa.

Às equipes de direção e aos professores da rede municipal de ensino de Estância Velha que permitiram a realização da coleta de dados nas escolas; e a todos os pais e alunos que, generosamente, aceitaram participar desta pesquisa.

Às colegas Fernanda, Larissa e Heluza, pelo auxílio na coleta de dados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos.

À minha família, especialmente ao meu esposo Diogo, por sempre entender e apoiar as minhas escolhas.

SUMÁRIO

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
1.1 O desenvolvimento pulmonar na infância e adolescência	11
1.2 A atividade física	12
1.3 Associação entre atividade física e função pulmonar.....	14
1.4 Avaliação da função pulmonar: espirometria	19
2 JUSTIFICATIVA	21
3 CONTEXTO DO ESTUDO	22
4 OBJETIVOS	23
4.1 Objetivo geral.....	23
4.2 Objetivos específicos.....	23
5 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA.....	24
5.1 Artigo I	25
5.2 Artigo II.....	54
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	88
ANEXO B - Normas dos periódicos de submissão dos artigos	91
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	92
APÊNDICE B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido	94
APÊNDICE C - Questionário para os pais ou responsáveis	95
APÊNDICE D – Questionário para o adolescente	103

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 O desenvolvimento pulmonar na infância e adolescência

Os primeiros estágios de desenvolvimento pulmonar ocorrerem no período intrauterino e compreendem desde a formação dos primórdios pulmonares até o início da formação dos alvéolos¹. O estágio final do desenvolvimento do pulmão ocorre predominantemente durante a infância e a adolescência. Nesta fase, os alvéolos crescem em número e em volume, num processo simultâneo ao de amadurecimento da microvasculatura alveolar^{2,3}. O momento exato em que os alvéolos param de se multiplicar ainda é incerto. Enquanto alguns autores sugerem que o número total de alvéolos é atingido na infância⁴, evidência mais recente indica que os alvéolos podem continuar a aumentar em número, tamanho e complexidade durante toda a adolescência⁵ e, em alguns casos, até na vida adulta⁶. Assim, no período da infância e adolescência, o desenvolvimento pulmonar encontra-se suscetível à influência de fatores externos, sejam eles prejudiciais ou benéficos.

Dentre os fatores prejudiciais mais conhecidos estão o baixo peso ao nascimento, a exposição a poluentes do ar, o tabagismo passivo, e o condições socioeconômicas desfavoráveis (como a baixa renda familiar e a baixa escolaridade materna)⁷⁻⁹. Os prejuízos no desenvolvimento pulmonar gerados na infância e adolescência podem ter consequências duradouras na saúde respiratória. Em um estudo de coorte multicêntrico, Dratva e cols.¹⁰ observaram que houve um declínio mais acelerado da função pulmonar na vida adulta em participantes cujas mães tinham idade mais avançada e eram tabagistas durante a gestação. Em outro estudo longitudinal, Bui e cols.¹¹ demonstraram que crianças com menores índices espirométricos aos 7 anos de idade tiveram risco aumentado de apresentar doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e síndrome de sobreposição asma-DPOC (ACOS) na vida adulta.

Vários fatores já se mostraram benéficos ao desenvolvimento da função pulmonar no período pós-natal. Dentre eles, um dos principais é boa qualidade do ar. Gauderman e cols.¹² investigando 3 coortes com mais de 2.000 crianças e adolescentes observaram que a diminuição dos níveis de dióxido de nitrogênio e de material particulado no ar se associaram ao aumento da capacidade vital forçada (CVF) e do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) entre os 11 a os 15 anos de idade. Estas associações ocorreram tanto em meninos quanto em meninas, e tanto em asmáticos quanto não-asmáticos. Além disso, alguns estudos têm demonstrado o efeito benéfico de antioxidantes e vitaminas (especialmente vitamina D e C) provindos de uma dieta rica em frutas e vegetais para a

função pulmonar, em crianças e adolescentes da população geral^{13,14} e em pacientes com asma¹⁵. Além destes fatores, a atividade física tem o potencial de beneficiar a função pulmonar. Em um estudo de coorte envolvendo mais de 6.000 participantes, indivíduos que praticaram exercícios regulares apresentam maior CVF e VEF₁ do que aqueles que eram sedentários; além disso, a atividade física foi capaz de reduzir o risco de desenvolvimento de DPOC mesmo nos participantes que eram tabagistas ativos¹⁶. Por extensão, entende-se que a prática regular de atividade física também pode beneficiar o desenvolvimento da função pulmonar durante o período da infância e adolescência.

1.2 A atividade física

1.2.1 Definição

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define atividade física como qualquer movimento corporal produzido por músculos esqueléticos que requeira gasto de energia. Isto inclui jogos, esportes, atividades recreativas e exercícios programados, que podem ser realizados no contexto de atividades familiares, escolares ou comunitárias¹⁷.

É importante ressaltar que o termo exercício, também amplamente usado na literatura, não é sinônimo de atividade física. O exercício é um subconjunto da atividade física que é planejado, estruturado, repetitivo e tem como objetivo melhorar ou manter um ou mais aspectos da aptidão física¹⁸. Ao contrário da atividade física, o exercício envolve movimentos intencionais e propositais realizados com um objetivo específico em mente, por exemplo aumentar a força muscular, a resistência e a flexibilidade.

1.2.2 Recomendações para prática de atividade física em crianças e adolescentes

A OMS recomenda que crianças de 5 a 17 anos pratiquem pelo menos 60 minutos de atividade física moderada a vigorosa diariamente; além disto, por pelo menos três vezes na semana, estas atividades devem incluir aquelas que melhorem a força muscular, a flexibilidade e saúde óssea¹⁷. As atividades de intensidade moderada incluem caminhadas rápidas, ciclismo, natação ou jogos que exigem esforço moderado. Já as atividades de intensidade vigorosa envolvem esforço mais intenso e podem incluir corrida, pular corda, praticar esportes como futebol ou basquete, ou praticar treinamento intervalado de alta intensidade. Por fim, as atividades de fortalecimento muscular, flexibilidade e saúde óssea – que devem ser praticadas no mínimo três vezes por semana

– incluem flexões e exercícios de resistência, alongamento e yoga. As recomendações da OMS são endossadas por diversas organizações, incluindo a Academia Americana de Pediatria (AAP)¹⁹ e a Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP)²⁰. A SBP também destaca a importância de evitar comportamentos sedentários, como tempo excessivo de tela e longos períodos de inatividade. É sugerido também que crianças e adolescentes façam intervalos regulares para prática de atividade física durante períodos de estudo ou tempo sedentário prolongado.

Apesar de a OMS recomendar a prática de no mínimo 60 minutos diários de atividade física moderada a intensa, alguns estudos indicam que mesmo períodos mais curtos de atividade física regular podem ter um impacto positivo na saúde de crianças e adolescentes. Uma importante revisão sistemática realizada por Janssen et al.²¹ demonstrou que mesmo 15-30 minutos de atividade física diária são capazes de gerar benefícios no metabolismo, na composição corporal e no controle da glicose em crianças e adolescentes. De maneira similar, uma revisão sistemática realizada por Donnelly et al.²² concluiu que a atividade física de curta duração pode ter efeitos positivos no desempenho acadêmico em crianças e adolescentes. Assim, é possível que a prática de atividade física – ainda que não atinja todos os critérios de intensidade e duração recomendados pela OMS – seja benéfica também para a função pulmonar em crianças e adolescentes.

1.2.3 Epidemiologia da atividade física em crianças e adolescentes

Nas últimas décadas, estudos têm apontado a atividade física como um importante determinante de saúde em todas as faixas etárias^{23,24}. Em crianças e adolescentes, alguns dos benefícios demonstrados com a prática regular de atividade física foram o aumento do bem-estar psicológico²⁵, melhora do rendimento acadêmico²⁶, aumento da qualidade de vida²⁷, melhora do perfil lipídico²⁸, diminuição do risco de obesidade²⁹, e melhora da densidade óssea³⁰.

Apesar dos benefícios, uma tendência de decréscimo da prática de atividade física entre os jovens vem sendo observada nos últimos anos em muitos países, inclusive no Brasil. Uma metanálise recente³¹ sumarizou os resultados de estudos que avaliaram a mudança na prática de atividade física no período de 1995 até 2017, mundialmente. Os autores demonstraram que pessoas de todas as faixas etárias se tornaram menos ativas ao longo dos anos estudados, sendo o declínio na prática de atividade física mais acentuado nos adolescentes, independentemente do sexo. Segundo a OMS, mais de 80% dos jovens no mundo não atingem a recomendação de pelo menos

60 minutos de atividade física diária^{17,32}. Isto significa que quatro em cada cinco jovens são insuficientemente ativos.

No Brasil, os últimos dados nacionais sobre prevalência de atividade física provém da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD) realizada no ano de 2015 pelo Instituto Nacional de Geografia e Estatística (IBGE)³³. Segundo a pesquisa, 46,4% dos adolescentes entre 15 e 17 anos não praticavam qualquer atividade física. Ainda, um estudo realizado em Pelotas-RS que incluiu 616 crianças com 8 anos de idade encontrou uma alta prevalência de inatividade física, sendo mais acentuada em meninas (75.3%) do que em meninos (67.4%)³⁴.

A recente pandemia do COVID-19 contribuiu para a diminuição adicional da prática de atividade física entre crianças e adolescentes, uma vez que - dentre as estratégias de combate à propagação do vírus - estiveram o fechamento das escolas e dos centros esportivos, além da restrição de utilização de parques e *playgrounds* comunitários³⁵. Estima-se que as medidas de isolamento social tenham causado uma redução de cerca de 20% no número de crianças e adolescentes que praticam atividade física em comparação com o período pré-pandêmico³⁶. Neste contexto, torna-se ainda mais importante entender o papel da atividade física no desenvolvimento de crianças e adolescentes, incluindo o desenvolvimento de sua função pulmonar.

1.3 Associação entre atividade física e função pulmonar

1.3.1 Plausibilidade biológica e mecanismos propostos

A potencial associação entre atividade física e função pulmonar possui uma plausibilidade biológica sustentada por diversos mecanismos fisiológicos. Um dos mecanismos propostos é que a alta frequência ventilatória durante a atividade física pode fortalecer os músculos intercostais, permitindo maior expansão da caixa torácica e, como consequência, maiores volumes e fluxos expiratórios forçados³⁷⁻³⁹. Adicionalmente, é possível que a atividade física aumente a função pulmonar via redução da obesidade⁴⁰. Uma vez que o excesso de gordura está associado com limitação da expansão dos pulmões^{41,42}, a diminuição do volume de gordura traria como consequência um aumento da capacidade pulmonar. Por fim, foi proposto em estudos prévios que a ventilação forçada durante a atividade física pode estimular a liberação de surfactante, o que

subsequentemente levaria a uma maior distensibilidade alveolar e, consequentemente, a maiores volumes pulmonares⁴³.

1.3.2 Estudos prévios

Embora já tenha sido objeto de estudos anteriores, a associação entre atividade física e função pulmonar em crianças e adolescentes não está totalmente esclarecida. Estudos prévios apontam para uma melhora da função pulmonar associada a prática regular de atividade física, porém a maioria desses estudos incluíram apenas participantes com doenças respiratórias. Uma revisão sistemática incluindo 212 participantes com idades entre seis e 18 anos, todos portadores de fibrose cística, demonstrou aumento do VEF₁ nos pacientes que praticaram regularmente exercícios de resistência ou aeróbico durante pelo menos duas semanas⁴⁴. De maneira similar, Welsh e cols.⁴⁵ observaram que a prática de exercício físico regular reduziu as hospitalizações, os sintomas e a necessidade de medicação broncodilatadora em crianças asmáticas. Mais recentemente, Jing e cols.⁴⁶ realizaram uma metanálise de ensaios clínicos randomizados e descobriram que a atividade física melhorou significativamente a CVF e o FEF_{25-75%} em crianças com asma, além de gerar melhora significativa na sua qualidade de vida. Por fim, a atividade física também foi associada a um aumento significativo nos índices espirométricos de crianças e adolescentes com escoliose idiopática^{47,48}, síndrome de Down⁴⁹, queimadura severa recente⁵⁰ e histórico de uso de drogas⁵¹.

Ao contrário do que ocorre com crianças e adolescentes doentes, o efeito da atividade física regular em jovens saudáveis foi investigado por poucos estudos, e os resultados gerados por eles foram conflitantes. Em um estudo longitudinal conduzido por Roda e cols.,⁵² a prática de atividade física na infância foi associada à maiores valores de CVF e VEF₁ na adolescência, mas apenas em meninas. Por outro lado, Wehrmeister e cols.⁵³ observaram que, em comparação com jovens inativos, aqueles que eram fisicamente ativos dos 11 aos 15 anos tiveram maior CVF, VEF₁ e PEF aos 18 anos de idade, mas apenas entre os meninos; no sexo feminino, não houve diferença significativa na trajetória da função pulmonar das meninas ativas em comparação com as inativas. Por fim, Hancox e Rasmussen⁵⁴ observaram que a aptidão física - que implica atividade física regular - associou-se positivamente à CVF e ao VEF₁ nas análises transversais de duas coortes, em todas as idades, independentemente do sexo. Em oposição aos resultados dos estudos anteriores, Smith e cols.⁵⁵ não encontraram qualquer associação entre atividade física e função pulmonar de

adolescentes saudáveis após ajuste das análises para fatores de confusão, como dieta e peso corporal. Em outro estudo longitudinal recente incluindo crianças mais jovens, Eijkemans e cols.⁵⁶ também não encontraram associação entre o nível de atividade física entre os 4 e 5 anos de idade com a função pulmonar e o desenvolvimento de asma dos 6 aos 7 anos.

De maneira similar aos estudos observacionais, estudos experimentais que investigaram o efeito de programas de exercícios na função pulmonar de crianças e adolescentes tiveram resultados conflitantes. Alguns estudos não encontraram mudança nos parâmetros espirométricos após intervenções com exercício físico regular^{57,58}. No estudo de Rosenkranz e cols.⁵⁷, não houve diferença significativa em nenhum dos parâmetros espirométricos dos participantes após uma intervenção com 8 semanas de exercício aeróbico regular de alta intensidade. Ainda, Bovard e cols.⁵⁸, ao comparar os resultados da espirometria de adolescentes nadadores antes e depois de uma temporada de natação, também não encontraram diferenças significativas em nenhum dos parâmetros.

Por outro lado, outros estudos demonstraram melhora dos parâmetros espirométricos, mesmo em indivíduos previamente ativos^{39,59}. Este é o caso de um estudo prospectivo, realizado por Courteix e cols.³⁹, que demonstrou que adolescentes que eram nadadoras tiveram um aumento em sua capacidade vital e capacidade pulmonar após um ano de treinamento adicional. Em outro estudo prospectivo, Kalkan e cols.⁵⁹ investigou o efeito de 8 semanas de treinamento aeróbico adicional em adolescentes nadadoras, e encontrou aumento significativo de FVC e VEF₁ em comparação ao grupo controle que realizou apenas natação.

Portanto, embora a literatura sugira uma possível associação entre atividade física e função pulmonar em crianças e adolescentes, mais pesquisas são necessárias para estabelecer conclusões definitivas. É possível que a falta de consenso entre os estudos disponíveis na literatura seja atribuída - ao menos em parte - a fatores como a falta de padronização nos métodos de avaliação da função pulmonar e a possibilidade de existência de fatores de confusão relacionados ao estilo de vida, como o tempo gasto em frente às telas e o excesso de peso. Portanto, é importante que estes fatores sejam levados em consideração em estudos futuros.

1.3.3 Potencial efeito mediador ou moderador do sobrepeso/obesidade

O sobrepeso e a obesidade são definidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como o acúmulo anormal ou excessivo de gordura que pode apresentar risco à saúde⁶⁰. A prevalência de

sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes cresceu rapidamente nas últimas décadas e já é considerada um problema mundial de saúde pública⁶¹. As consequências adversas deste problema são multissistêmicas e envolvem doenças cardiovasculares, metabólicas e respiratórias⁶²⁻⁶⁴.

Estudos prévios indicaram que o excesso de peso tem consequências negativas para a função pulmonar de crianças e adolescentes. A deposição do tecido adiposo no tórax e no abdome pode reduzir o espaço disponível para o movimento do diafragma e para a expansão pulmonar durante a inspiração, levando à redução dos volumes pulmonares^{41,42,65,66}. Além disso, o tecido adiposo possui características pró-inflamatórias, o que pode se associar à redução do calibre e ao aumento da resistência das vias aéreas^{67,68}. Evidências desta associação foram encontradas em um estudo realizado por Inselma e cols.⁶⁹, que demonstraram que os baixos valores de VEF₁ e FEF_{25-75%} encontrados em jovens obesos não-asmáticos melhoravam após uso de broncodilatador, reforçando a hipótese do efeito inflamatório do tecido adiposo sobre o calibre das vias aéreas.

Partindo-se do pressuposto de que (1) há efeito negativo do tecido adiposo sobre os parâmetros da função pulmonar⁴², e (2) a atividade física é capaz de gerar redução do tecido adiposo⁷⁰, é possível inferir que a redução do índice de massa corporal (IMC) gerado pela prática regular de atividade física possa ter papel mediador na potencial associação entre atividade física e melhor função pulmonar. Neste caso, também é possível deduzir que a associação entre atividade física e função pulmonar pode ser influenciada pelo *status* de peso corporal. No entanto, apesar da plausibilidade biológica destas hipóteses, estudos prévios neste tema possuem resultados contraditórios. Azad e cols.⁷¹ observaram melhora no VEF₁ e na CVF de adolescentes com excesso de peso submetidos a um programa de exercício regular, mas esta melhora foi independente da redução do IMC. Em um estudo semelhante, Mendelson e cols.⁷² não encontraram mudança significativa nos índices espirométricos de adolescentes obesos submetidos a exercício, mesmo tendo ocorrido diminuição da porcentagem de gordura corporal. Ainda, alguns estudos recentes têm demonstrado que o excesso de tecido adiposo nem sempre está associado à diminuição dos valores espirométricos em crianças e adolescentes⁷³⁻⁷⁵; neste caso, a redução do IMC como resultado da atividade física regular não necessariamente estaria associado à melhora da função pulmonar. Assim, tanto o papel modificador do *status* de peso corporal quanto o papel mediador do IMC na associação entre atividade física e melhor função pulmonar precisam ser esclarecidos.

1.3.4 Potencial efeito confundidor do comportamento sedentário

Alguns fatores têm o potencial de influenciar, de forma independente, a prática de atividade física e a função pulmonar em crianças e adolescentes. Estes fatores são geralmente incluídos como variáveis de controle nos estudos investigando a associação entre atividade física e função pulmonar; este é o caso da idade, do sexo, da condição socioeconômica, e da presença de asma^{9,76}. O comportamento sedentário, por outro lado, dificilmente é levado em consideração nestes estudos.

O comportamento sedentário é definido pela realização de atividades que têm gasto energético próximo àquele observado no estado de repouso⁷⁷, e não é equivalente à ausência de atividade física⁷⁸. O comportamento sedentário inclui o tempo gasto em posição deitada, sentada ou reclinada. Em estudos com crianças e adolescentes, o comportamento sedentário é usualmente representado pelo tempo gasto em frente às telas, incluindo televisão, aparelho celular, computador, tablet e videogames⁷⁹.

Uma revisão sistemática incluindo mais de 900.000 participantes de 5 a 17 anos demonstrou uma relação dose-resposta entre o comportamento sedentário e desfechos desfavoráveis na saúde física e psicológica, incluindo o aumento de marcadores de adiposidade (e.g. IMC e dobras cutâneas) e da pressão arterial, além da diminuição do condicionamento físico, da autoestima e do desempenho acadêmico⁷⁹. Na saúde pulmonar, o comportamento sedentário foi associado à atenuação dos benefícios da atividade física⁸⁰ e à piora dos desfechos clínicos em adultos asmáticos⁸¹.

Em crianças e adolescentes, estudos incluindo medidas diretas de comportamento sedentário são escassos, mas já há evidência de associação entre o excesso de tempo gasto em frente à tela e o desenvolvimento subsequente de asma⁸². O mecanismo pelo qual o comportamento sedentário pode levar à piora da função pulmonar não foi elucidado, mas acredita-se que o desenvolvimento de obesidade tenha um papel mediador importante nesta associação⁸³. De fato, o excesso de tempo gasto em frente à tela foi associado ao aumento do risco de obesidade em jovens, independentemente da prática de atividade física⁸⁴. Desta forma, é importante que o comportamento sedentário seja considerado como um fator confundidor ao se investigar a associação entre a atividade física e a função pulmonar.

1.4 Avaliação da função pulmonar: espirometria

A espirometria é uma ferramenta não invasiva, de baixo custo e confiável para avaliar a função pulmonar, sendo amplamente utilizada em pesquisa e estudos epidemiológicos devido à sua utilidade diagnóstica e à capacidade de acompanhar as alterações na função pulmonar ao longo do tempo⁸⁵.

1.4.1 Técnica

A espirometria é realizada com auxílio de um dispositivo denominado espirômetro. Ele é composto por um bocal conectado a sensores eletrônicos que registram o fluxo e o volume de ar durante a respiração. Nesta tese, utilizamos a técnica da espirometria com expiração forçada, que se baseia usualmente nos seguintes passos⁸⁵:

1. O profissional de saúde orienta o paciente quanto à técnica e ao objetivo do teste;
2. O paciente é posicionado sentado, com o corpo ereto, e utilizando um clipe nasal para evitar vazamento de ar;
3. O paciente respira normalmente no dispositivo por alguns segundos, para adaptação ao dispositivo e para estabelecer uma base de referência;
4. O paciente realiza uma inspiração máxima e profunda, a fim de garantir o completo enchimento dos pulmões;
5. O paciente exala o ar com máxima velocidade e força, de forma contínua, até a expiração completa;

1.4.2 Critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade

A utilização de técnica adequada no momento da realização do teste é essencial para a obtenção de resultados de espirometria precisos e confiáveis. Por isso, a American Thoracic Society (ATS) e a European Respiratory Society (ERS) criaram, em conjunto, uma lista de critérios para avaliar a qualidade e adequação da espirometria realizada por cada paciente. Os critérios de aceitabilidade (qualidade dentro de cada curva) e reprodutibilidade (qualidade entre as curvas) da ATS/ERS foram criados em 2005⁸⁶ e atualizados em 2019⁸⁵.

Os critérios de aceitabilidade são: início do sopro satisfatório, isto é, não deve haver hesitação ou início falso; fim do sopro satisfatório, isto é, deve ser observado um platô na curva volume-tempo ao final do sopro, indicando uma exalação suave, contínua e completa; ausência de

tosse durante o primeiro segundo da manobra; ausência de fechamento da glote ou hesitação que cause cessação do fluxo de ar; ausência de vazamento de ar ao redor do bocal ou em outra parte do sistema; ausência de obstrução do bocal pela língua ou dentes, bem como ausência de deformação devido a mordida⁸⁵.

A reprodutibilidade aceitável (para indivíduos a partir de 6 anos de idade) é alcançada quando a diferença entre os dois melhores resultados de CVF é menor ou igual a 150mL; e, da mesma forma, a diferença entre os dois melhores resultados de VEF₁ é menor ou igual a 150mL⁸⁵.

Um teste adequado requer no mínimo três sopros aceitáveis, obtidos após um máximo de oito tentativas. Após o término do teste, são registrados os maiores resultados dos parâmetros espirométricos dentre todos os sopros aceitáveis produzidos pelo indivíduo⁸⁵.

1.4.3 Parâmetros espirométricos

Os resultados da espirometria são expressos em diversos parâmetros, como a capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), a relação VEF₁/CVF e o fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% da CVF (FEF_{25-75%}).

A CVF representa o volume máximo de ar que pode ser expelido pelos pulmões, de forma forçada, após uma inspiração profunda. O VEF₁ representa o volume máximo de ar que pode ser expelido no primeiro segundo de uma expiração forçada. A razão VEF₁/CVF representa a proporção entre a quantidade de ar expirado no primeiro segundo (VEF₁) e o volume total expirado (CVF). Por fim, o FEF_{25-75%} representa a velocidade média do fluxo de ar entre os pontos 25% e 75% da manobra de CVF, e é altamente dependente da qualidade da técnica realizada para obtenção do valor da CVF⁸⁵.

1.4.4 Interpretação dos resultados

A interpretação dos resultados da espirometria baseia-se em valores de referência pré-estabelecidos que levam em consideração idade, sexo, altura e etnia. Em crianças e adolescentes, os valores de referência utilizados provêm da Global Lung Function Initiative (GLI)⁸⁷. Os valores de referência da GLI baseiam-se em um extenso conjunto de dados coletados em estudos realizados em diferentes partes do mundo, abrangendo uma ampla diversidade étnica.

2 JUSTIFICATIVA

Durante o período da infância e adolescência, ocorre uma fase crucial no desenvolvimento dos pulmões, conhecida como desenvolvimento pós-natal. Prejuízos no desenvolvimento pulmonar pós-natal podem resultar em uma função pulmonar subótima, com piores desfechos relacionados a saúde respiratória na vida adulta. Por outro lado, um desenvolvimento pulmonar saudável na infância e na adolescência está associado à menor incidência de doenças respiratórias crônicas, como asma e DPOC, ao declínio mais lento da função pulmonar na vida adulta, e à melhor qualidade de vida relacionada à função respiratória.

Dentre os fatores que potencialmente auxiliam o adequado desenvolvimento da função pulmonar na infância e adolescência está a atividade física. No entanto, a maioria dos estudos que investigaram a associação entre atividade física e função pulmonar foram conduzidos em populações que apresentavam doenças respiratórias, como asma e fibrose cística. Por outro lado, estudos envolvendo crianças e adolescentes saudáveis são escassos e apresentam resultados conflitantes; enquanto alguns indicam que a prática regular de atividade física é benéfica para a função pulmonar, outros não encontraram tal associação. Além disso, a maioria dos estudos prévios não consideraram potenciais fatores de confusão, como o tempo gasto em frente à tela, que pode influenciar a relação entre atividade física e função pulmonar.

Os resultados dos estudos disponíveis na literatura atual não deixam claro se a obesidade exerce um papel modificador ou mediador na potencial relação entre atividade física e função pulmonar. Alguns estudos sugerem que a obesidade pode atuar como um fator modificador, de forma que o efeito da atividade física seja diferente dependendo do status de peso dos indivíduos. Por outro lado, também é possível que a obesidade tenha um papel mediador nesta associação, uma vez que a perda de peso resultante da atividade física pode exercer um efeito positivo sobre a função pulmonar. Além disso, tendo em vista a elevada prevalência de obesidade em crianças e adolescentes, é fundamental investigar o papel desempenhado pela obesidade na relação entre atividade física e função pulmonar. Levando em consideração a elevada prevalência de inatividade física entre os jovens na atualidade, compreender se existe uma associação entre atividade física e função pulmonar pode ter um impacto substancial na saúde respiratória em nível populacional.

3 CONTEXTO DO ESTUDO

Esta pesquisa é parte de um estudo epidemiológico amplo sobre a saúde geral dos escolares da rede pública do município de Estância Velha. O estudo original foi desenvolvido por solicitação da Secretaria de Saúde do município, interessada em subsídios epidemiológicos relevantes para ações de políticas públicas de intervenção e educação em saúde. A realização do estudo ocorreu por meio de uma colaboração entre a Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sob coordenação geral da Profa. Dra. Eliana M. Wendland, da UFCSPA.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Investigar a associação entre a prática regular de atividade física e a função pulmonar em crianças e adolescentes em idade escolar

4.2 Objetivos específicos

- Revisar sistematicamente a literatura para investigar o efeito de intervenções com programas de exercício regular sobre os parâmetros espirométricos em crianças e adolescentes saudáveis
- Aferir e avaliar os desfechos espirométricos de crianças e adolescentes em idade escolar em uma cidade do sul do Brasil
- Investigar se há associação entre a prática regular de atividade física e os desfechos espirométricos nessa população
- Investigar se a potencial associação entre atividade física e desfechos espirométricos difere de acordo com o status de peso dos participantes
- Investigar se a redução do índice de massa corporal medeia a associação entre atividade física e índices espirométricos

5 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

Seguindo o modelo proposto pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da UFCSPA, esta pesquisa será apresentada através de dois artigos científicos sobre o tema estudado:

Artigo I

Artigo de revisão sistemática e metanálise intitulado “**Does Regular Exercise Impact the Lung Function of Healthy Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis**”. O estudo teve por objetivo investigar o efeito do exercício físico regular nos parâmetros espirométricos de crianças e adolescentes saudáveis. O artigo foi publicado na revista *Pediatric Exercise Science* (ISSN 0899-8493, impresso; ISSN 1543-2920, online), cujas normas de publicação podem ser consultadas no Anexo 2.

Artigo II

Artigo intitulado “**Physical activity predicts better lung function in children and adolescents**”. Este foi um estudo transversal que incluiu 460 crianças e adolescentes, de 7 a 17 anos, alunos de escolas públicas do município de Estância Velha-RS. O estudo teve três objetivos principais: (1) investigar se há associação entre a prática regular de atividade física e os valores espirométricos na população estudada; e (2) investigar se esta associação é modificada pelo status de peso; e (3) investigar se o índice de massa corporal é um mediador desta associação. O artigo foi submetido ao periódico *Journal of Sport and Health Science* (ISSN 20952546), cujas normas de publicação podem ser consultadas no Anexo 2.

5.1 Artigo I

Does exercise influence lung function in healthy children and adolescents? A systematic review and meta-analysis

Artigo publicado na revista *Pediatric Exercise Science*

Classificação Qualis (2017-2020): A2

Fator de impacto (2022):2.395

DOI: <https://doi.org/10.1123/pes.2022-0045>

Does Regular Exercise Impact the Lung Function of Healthy Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis

Fernanda Balbinot,¹ Felipe César de Almeida Claudino,² Pedro Kazlauckas Lucas,³ Ana Paula Donadello Martins,³ Eliana M. Wendland,⁴ and Margaret W. Gerbase⁵

¹Post-Graduate Health Sciences Program, Federal University of Health Sciences of Porto Alegre, Porto Alegre, Brazil; ²Post-Graduate Psychiatry and Behavioral Sciences Program, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil; ³School of Medicine, Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil; ⁴Department of Public Health, Federal University of Health Sciences of Porto Alegre, Porto Alegre, Brazil; ⁵Department of Clinical Medicine, Federal University of Health Sciences of Porto Alegre, Porto Alegre, Brazil

Purpose: To assess the quality of the available evidence on the effect of exercise for the improvement of lung function in healthy children and adolescents. **Method:** We performed a systematic review and meta-analysis of intervention studies examining the effects of regular exercise on spirometric parameters of healthy children and adolescents aged ≤18 years. **Results:** Within the exercise groups, there were significant improvements in forced vital capacity (mean difference: 0.17 L; 95% confidence interval, 0.07 to 0.26; $P < .05$) and forced expiratory volume in the first second (mean difference: 0.14 L; 95% confidence interval, 0.06 to 0.22; $P < .05$). Results were consistent across different age groups and duration of interventions. In the between-group analysis, forced vital capacity, forced expiratory volume in the first second, and peak expiratory flow were higher in the exercise group compared with the nonexercise group, but the differences did not reach statistical relevance. There was significant statistical heterogeneity between studies. **Conclusion:** Regular exercise has the potential to improve lung function parameters in healthy children and adolescents; however, the small number of studies and the heterogeneity between them raise concern about the quality of the currently available evidence. These findings bring to attention the need for well-designed trials addressing this important public health issue.

Keywords: physical activity, spirometry, teenagers, youngsters

Pulmonary development starts in the embryonic period and evolves until the end of adolescence, when the physiological process of lung maturation finishes and the lung reaches its full growth and function (40). Optimal lung development during childhood and adolescence has been shown to have a long-term influence on respiratory health. Children and adolescents with better lung function have higher lung reserves and are therefore better protected against its decline in later life, while poorer lung function is associated with worse respiratory outcomes throughout their lifespan (2,7,43).

Several environmental and lifestyle factors have been reported to influence lung development in early life (23). For instance, exposure to environmental hazards during both fetal and postbirth life have shown detrimental effects on development of the respiratory system. In contrast, exercise has been claimed to improve pulmonary capacity by increasing respiratory muscle strength and accelerating lung growth as a beneficial response to exercise (11,46).

To date, numerous studies have reported the benefit of exercising for children and adolescents with respiratory diseases (8,36,45). However, the question of whether regular exercise could promote improvements in the lung function of healthy children and adolescents remains largely unanswered.

To fill this gap, we conducted a systematic review and meta-analysis of intervention studies to (1) examine the quality of the

available evidence and (2) investigate whether regular exercise improves lung function in healthy children and adolescents. Additionally, we explored whether the age of the participants and the total duration of the intervention could influence spirometric results after exercise.

Methods

This study was conducted following the PRISMA guidelines (30). The study's protocol was registered on the PROSPERO platform (code CRD42018114240).

Search Strategy and Studies Selection

Four reviewers (F.B., F.C.A.C., A.P.D.M., and P.K.L.) working in pairs performed searches on MEDLINE, EMBASE, Cochrane CENTRAL, PEDro, ERIC, LILACS, Clinical trials.gov, and EU Clinical Trials register. The searches were last updated on February 26, 2022. The full search strategies are available in Appendix A in the [Supplementary Material](#) (available online).

We adopted the definition of exercise by Caspersen et al (9) as a subset of physical activity that is planned, structured, and repetitive with the objective of improving or maintaining physical fitness. Studies that were of a randomized controlled, nonrandomized controlled, or single-arm pre-post intervention design were suitable for inclusion if they met the following criteria: (1) participants were healthy children and adolescents, aged ≤18 years. Overweight/obese participants were included if the authors confirmed that their baseline lung function was within the predicted reference values; (2) the intervention exercise was described in enough detail to be replicated; and (3) outcome was lung function

Claudino <https://orcid.org/0000-0001-5146-5068>

Lucas <https://orcid.org/0000-0002-1446-1495>

Martins <https://orcid.org/0000-0002-0225-8086>

Wendland <https://orcid.org/0000-0001-6356-6413>

Gerbase <https://orcid.org/0000-0001-5185-7811>

Balbinot (fernandabt@ufcsa.edu.br) is corresponding author, <https://orcid.org/0000-0002-5881-5267>

measured by spirometry before and after the completion of the intervention. The spirometric parameters of interest were the forced vital capacity (FVC) or the vital capacity (VC), the forced expiratory volume in the first second (FEV₁), and the peak expiratory flow (PEF). Regarding controlled studies, beyond the above criteria, the comparator group had to be (1) a different exercise or (2) no intervention. If these criteria were not met, the study was managed as if it was a single-arm study and only data from the intervention group was included.

We excluded studies if (1) participants had impaired lung function; (2) participants were athletes, and thus may have already attained maximal improvements of lung function following training over the years; (3) the exercise intervention was applied solely during a bronchoprovocation test; and (4) the intervention had a combination of mind-body components (such as yoga), where the effects could be derived from components other than the exercise itself.

The eligibility of studies was assessed by F.B., F.C.A.C., A.P.D.M., and P.K.L. working in pairs. Whenever full texts were not available online, the authors were contacted via email for the complementary data. Agreement on the selection of studies was achieved by consensus.

Data Extraction

Two reviewers (F.B. and F.C.A.C.) independently compiled the following information in a summary file: first author, publication year, type of study, location of the study, sample size, participants (age range and sex), type of intervention, frequency and duration of intervention, and spirometric results before and after the intervention.

Data Analyses

After narrative synthesis, meta-analyses were performed using the *meta* package contained in the R software (version 4.0.2) (35). Initially, we intended to perform meta-analysis of spirometric results presented as percent predicted values; however, only 2 studies reported these results. Therefore, all the quantitative analyses were performed using the reported absolute values of spirometry. Two sets of analyses were carried out: within-group (baseline vs postexercise results within the exercise group) and between-group (exercise vs nonexercise group) analyses. The *metamean* function was used to pool results within the exercise group, while the *metacont* function was used to perform between-group analyses. For all analyses, a *P* value ≤ 0.05 indicated statistical significance.

To account for baseline differences across studies, we conducted meta-analyses of changes from baseline rather than meta-analyses of final values. If the SD of the change from baseline was not given, we derived it from the *t* value or from the *P* value reported in the original studies. If the *t* or *P* values were not provided, we used the formula: $SD\ change = \sqrt{(SD_{baseline}^2 + SD_{final}^2) - (2 \times correlation\ coefficient \times SD_{baseline} \times SD_{final})}$, following the published guidelines (20). In this case, the correlation coefficient was imputed from studies which reported these data. Results were summarized as mean difference (MD) with 95% confidence intervals (95% CIs). All analyses were undertaken using a random-effect model to account for heterogeneity between studies.

The statistical heterogeneity was assessed by the χ^2 test and then quantified by the *I*² test. In the χ^2 test, a *P* value ≤ 10 was

adopted as a threshold for statistical significance, following previous recommendations (20). Sensitivity analysis was performed through the leave-one-out approach, which consists of omitting one comparison at a time to test the robustness of the results.

Subgroup Analyses

To explore the statistical heterogeneity, subgroup analyses were performed according to (1) the age of participants, using “up to 12 years old” or “more than 12 years old”; and (2) the total duration of the interventions, using “short-term” (up to 8 wk) or “long-term” (more than 8 wk).

Quality Appraisal

At the study level, we used the *Cochrane Risk of Bias Tool for Randomized Controlled Trials* and the *Quality Assessment Tool for Quantitative Studies* to assess the risk of methodological bias in randomized controlled trials (RCT) and in non-RCT studies, respectively (3,21).

At the outcome level, we used the GRADE approach to rate the certainty of the evidence for the effect of exercise on each outcome included in the meta-analyses (17).

Results

A total of 7942 studies were identified after the literature search. After the selection process, 8 studies were included in the analyses (Figure 1). The main characteristics of the included studies are summarized in Table 1. Studies were carried out in France (25,28), India (14), Iran (19), Spain (4), Sweden (15), Turkey (29), and the United States (39), and were published from 1969 to 2018. Three studies were RCTs, of which 2 compared exercise with no intervention (28,39) and one compared 2 types of exercise (19). Two studies were non-RCTs comparing exercise with no intervention (15,29). Additionally, 3 controlled studies were included as if they were of a single-arm design, since each had one group excluded for not meeting our eligibility criteria (4,14,25). As such, in the study by D'Souza and Avadhany (14), the excluded group had performed a type of exercise (yoga) which was not in the scope of our criteria. In Bas et al (4), the excluded group also performed exercise, but included only participants with idiopathic scoliosis. Finally, in the study by Mendelson et al (25), the control group was excluded since its participants underwent spirometry at baseline but not at the end of the trial.

Two studies recruited only females (4,29) and a third recruited only males (15). In the remaining studies, samples were composed of both sexes. The age of participants ranged from 7 to 18 years old. Sample sizes varied from 4 to 44 participants per group. Interventions were cycling (4,19), rope jumping (19), high-intensity running training (28,39), circuit exercise (29), and combined exercises (14,15,25). The duration of interventions ranged from 4 weeks to 6 months. Details on each exercise program are available in Appendix B in the [Supplementary Material](#) (available online).

The most frequently reported spirometric outcomes were the FVC and the FEV₁, which were assessed in 7 studies (14,19,25,28,29,39). The PEF was reported in 4 studies (14,28,29,39), and the VC in one (15). For the purpose of our review, the results of FVC and VC were evaluated together since, in a healthy person, they are theoretically the same (16).

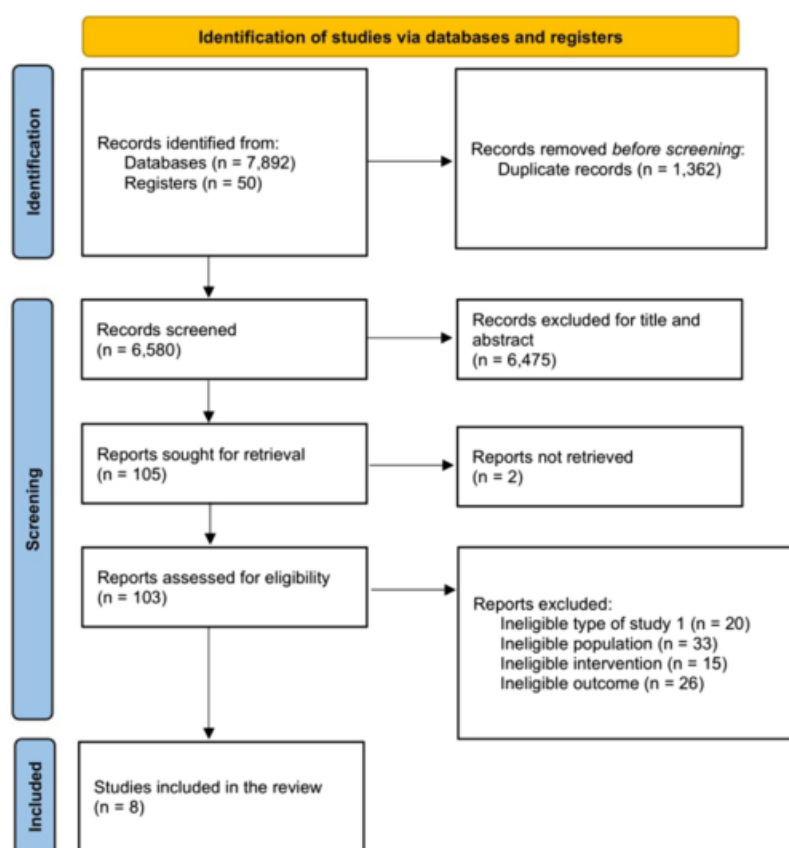


Figure 1 — The preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA) flow diagram of the study selection process.

Effect of Exercise on Spirometry Results

Detailed results from all the included studies are summarized in Appendix C in the [Supplementary Material](#) (available online). Overall, significant improvements were reported in the FVC, FEV₁, and PEF of participants performing exercise, even though the results were not always consistent between studies. None of the nonexercise groups showed significant changes in spirometry results at the end of the studies.

Within-Group Meta-Analysis

Figure 2A shows the overall change in FVC after exercise, with results from 173 participants included. There was a significant increase of 0.17 L in FVC (95% CI, 0.07 to 0.26; $P = .0008$), with substantial heterogeneity between studies ($P < .0001$, $I^2 = 81\%$). Sensitivity analysis did not significantly alter the results (Appendix D, [Supplementary Material](#) [available online]).

Figure 2B shows the overall change in FEV₁ after exercise. Pooled results including 109 participants indicated a significant increase of 0.14 L in FEV₁ (95% CI, 0.06 to 0.22; $P = .001$). There was substantial statistical heterogeneity ($P = .02$, $I^2 = 59\%$). In sensitivity analysis, removing the study by Rosenkranz et al

(39) reduced the statistical heterogeneity ($P = .123$, $I^2 = 40\%$), while not significantly modifying the outcome result (MD: 0.16 L; 95% CI, 0.09 to 0.23; $P < .0001$) (Appendix D, [Supplementary Material](#) [available online]).

The pooled change in PEF is shown in Figure 2C. Combined results from 91 participants indicated no significant change in PEF after exercise (MD: 0.10 L; 95% CI, -0.21 to 0.41 ; $P = .513$), with substantial statistical heterogeneity ($P = .003$, $I^2 = 79\%$). The results persisted after sensitivity analysis (Appendix D, [Supplementary Material](#) [available online]).

Between-Group Meta-Analysis

Among the studies included in the review, 4 contained a non-exercise control group and were included in the between-group meta-analysis.

Figure 3A shows the between-group analysis of FVC (107 participants). The change in FVC was 0.09 L higher in the exercise group than in the nonexercise group, but the difference was not statistically significant (95% CI, -0.07 to 0.26 ; $P = .34$). There was considerable heterogeneity between studies ($P = .01$, $I^2 = 73\%$), which was markedly reduced with exclusion of the study by Orhan

Table 1 Main Characteristics of the Included Studies

Author, year	Type	Country	Age range, y	Sex	Sample size (group A/B)	Group A (intervention)	Group B (control)	Duration of intervention, wk	Spirometric outcomes
Hassanzadeh-Taheri et al, 2017 (19)	Controlled, randomized	Iran	14–18	Both	60 (30/30)	Cycling	Rope jumping	4	FVC and FEV ₁
Noury et al, 2005 (28)	Controlled, randomized	France	9–10	Both	18 (9/9)	High-intensity running training	No exercise	8	FVC, FEV ₁ , and PEF
Rosenkranz et al, 2012 (39)	Controlled, randomized	United States	7–12	Both	16 (8/8)	High-intensity running training	No exercise	8	FEV ₁ , FVC, and PEF
Ekblom, 1969 (15)	Controlled	Sweden	11	Male only	13 (6/7)	Interval, dash, distance, and strength training + ball games	No exercise	24	VC
Orhan and Eskiyecek, 2018 (29)	Controlled	Turkey	12–16	Female only	60 (30/30)	Circuit training	No exercise	12	FVC, FEV ₁ , and PEF
Mendelson et al, 2012 (25)	Included as single arm	France	12–14	Both	16 (16/excluded)	Cycling + running + rowing + resistance training	Excluded from analysis ^a	12	FVC and FEV ₁
Bas et al, 2011 (4)	Included as single arm	Spain	12–15	Female only	6 (6/excluded)	Cycling	Excluded from analysis ^b	6	FVC and FEV ₁
D'Souza and Avadhany, 2014 (14)	Included as single arm	India	7–9	Both	44 (44/excluded)	Stretching + running + marching + jumping	Excluded from analysis ^c	12	FVC, FEV ₁ , and PEF

Abbreviations: FEV₁, forced expiratory volume in the first second; FVC, forced vital capacity; PEF, peak expiratory flow; VC, vital capacity.
^aSpirometry performed only at preintervention. ^bYoga. ^cCycling, but participants were not healthy.

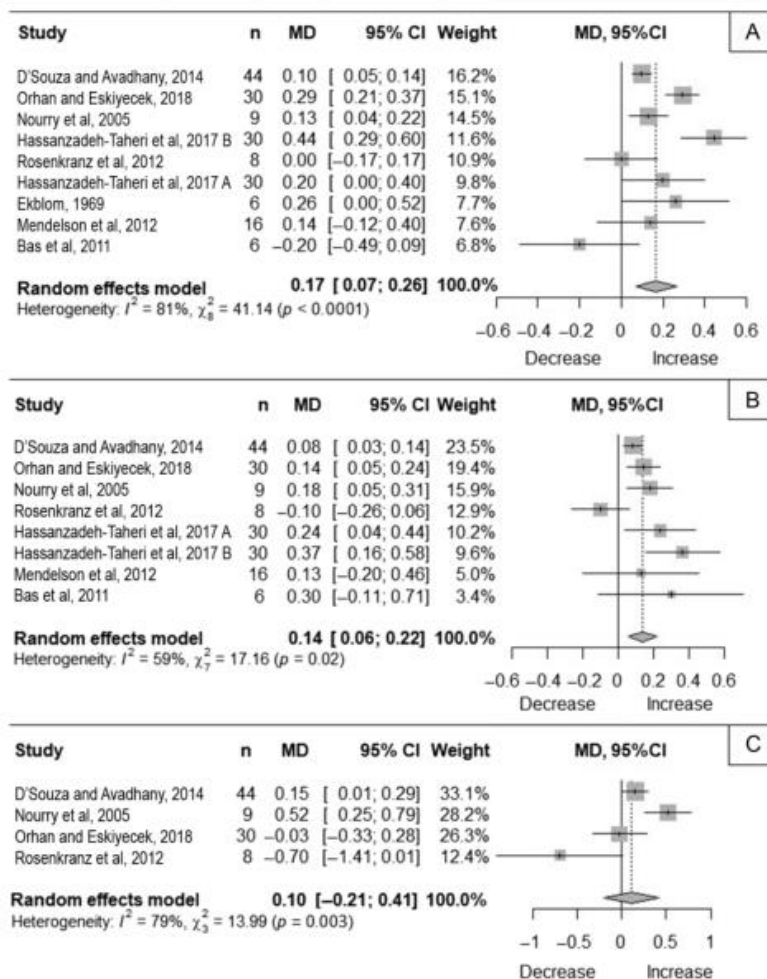


Figure 2 — Forest plots of the within-group meta-analyses comparing baseline to postexercise results. Outcomes: (A) forced vital capacity (in liters), (B) forced expiratory volume in the first second (in liters), and (C) peak expiratory flow (in liters per second). CI indicates confidence interval; MD, mean difference.

and Eskiyecek (29) from the sensitivity analysis ($P = .257$, $I^2 = 26.3\%$). The outcome result was not significantly altered with the exclusion of this study (Appendix E, [Supplementary Material](#) [available online]).

Figure 3B presents the between-group analysis of FEV₁ (94 participants). There was a difference of 0.06 L in favor of the exercise group, but it did not reach statistical significance (95% CI, -0.07 to 0.20; $P = .34$). The overall heterogeneity was high ($P = .048$, $I^2 = 67\%$). When excluding the study by Rosenkranz et al (39) from the sensitivity analysis, the statistical heterogeneity became undetectable ($P = .981$, $I^2 = 0\%$). Also, the between-group difference in FEV₁ markedly increased and reached statistical significance (MD: 0.13 L; 95% CI, 0.05 to 0.21; $P = .001$) (Appendix E, [Supplementary Material](#) [available online]).

The between-group analysis of PEF (94 participants) is shown in Figure 3C. The difference between groups was not statistically

significant (MD: 0.05 L; 95% CI, -0.51 to 0.61; $P = .87$), with high heterogeneity between studies ($P = .009$, $I^2 = 79\%$). Sensitivity analysis did not modify the results significantly (Appendix E, [Supplementary Material](#) [available online]).

Subgroup Analysis: Age and Duration of Intervention

In subgroup analysis, we investigated whether the duration of the intervention and the mean age of participants could influence the outcome results or the statistical heterogeneity between studies.

The subgroup analysis by duration of intervention (Appendix F, [Supplementary Material](#) [available online]) revealed no significant difference between short- and long-term exercise interventions on improving FVC (P between subgroups = .59), FEV₁ (P between subgroups = .38), or PEF (P between subgroups = .79). Likewise,

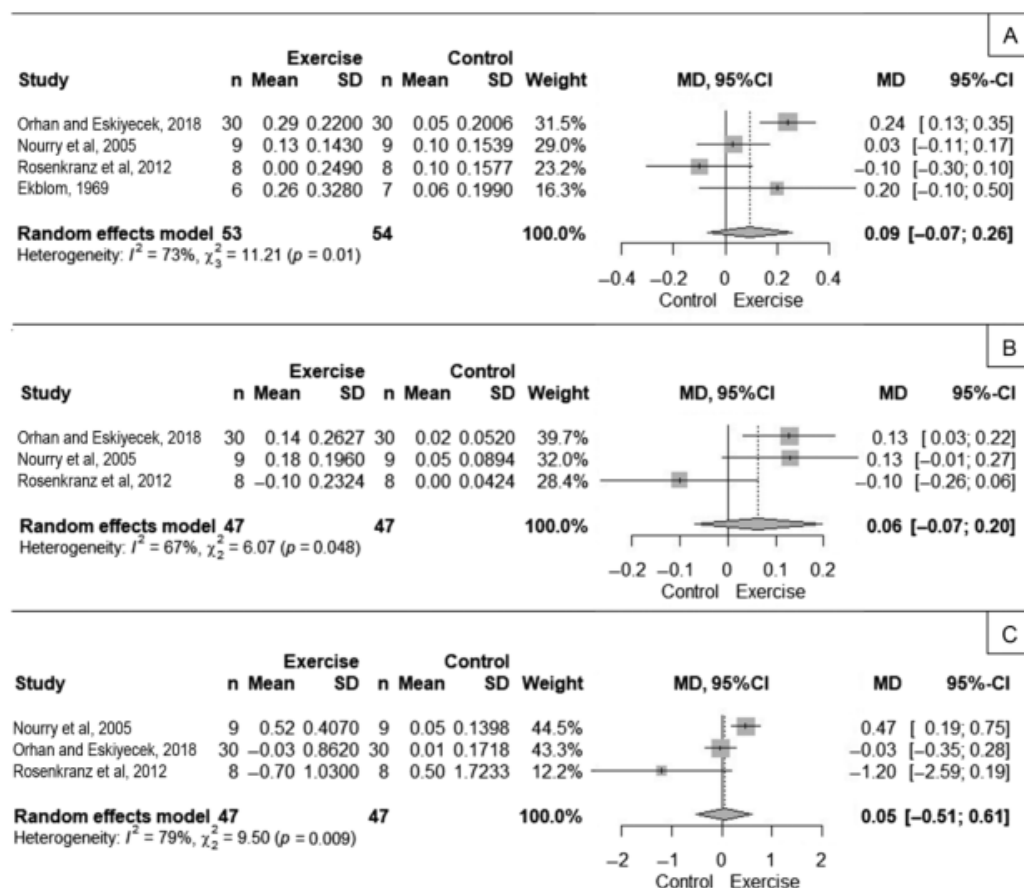


Figure 3 — Forest plots of the between-group meta-analyses comparing exercise to nonexercise groups. Outcomes: (A) forced vital capacity (in liters), (B) forced expiratory volume in the first second (in liters), and (C) peak expiratory flow (in liters per second). CI indicates confidence interval; MD, mean difference.

the duration of the intervention could not consistently explain the heterogeneity in any of the outcomes.

The subgroup analysis by mean age of the participants (Appendix G, [Supplementary Material](#) [available online]) also did not identify considerable differences between age groups concerning changes in FVC (P between subgroups = .21) and FEV₁ (P between subgroups = .08). Additionally, the analyses could not eliminate statistical heterogeneity between studies in any of the outcomes. The PEF results could not be stratified by age since the participants were younger than 12 years in all but one study (29).

Quality Appraisal

Risk of Methodological Bias. The risk of methodological bias in the 3 included RCTs (19,28,39) was evaluated with the *Cochrane risk of bias tool for RCTs* (Appendix H, [Supplementary Material](#) [available online]). The studies were judged to be at unclear risk of selection bias due to incomplete information on allocation concealment. A high risk of performance bias was detected, since the

exercise interventions prevented blinding from participants and personnel. Two studies did not report on the blinding of outcome assessment and were therefore judged to be at an unclear risk of detection bias. Similarly, studies were at an unclear risk of selective reporting bias since prospectively registered protocols were unavailable. The risk of attrition bias was judged to be low in all studies, as they presented low withdrawal rates and detailed reasons for dropouts. The studies were judged to be at unclear risk for other bias on the basis that the criteria for acceptability of spirometric results were not described.

The quality of the remaining studies (4,14,15,25,29) was assessed with the *Quality Assessment Tool for Quantitative Studies* (Appendix I, [Supplementary Material](#) [available online]). All studies were judged as having weak quality, mainly due to confounding factors or to the lack of blinding of participants and outcome assessors.

Certainty of the Evidence. For both within- and between-group analyses, the certainty of the evidence for the effect of exercise on FVC, FEV₁, and PEF was downgraded for the following reasons:

(1) by one level due to the risk of methodological bias in individual studies, since there was plausible limitation for multiple criteria; (2) by one level due to the imprecision of the results generated by small sample sizes in the included studies; and (3) by one level due to the statistical heterogeneity between studies. Thus, we found the quality of the evidence to be very low for the effect of exercise on FVC, FEV₁, and PEF. The summary of finding table for the within- and between-group analyses is presented in Appendices J and K, in the [Supplementary Material](#) (available online), respectively.

Discussion

This systematic review and meta-analysis aimed at investigating whether regular exercise improves lung function in healthy children and adolescents by examining the quality of the available evidence on this topic. Despite the wide-ranging search, only 8 trials were found that matched the inclusion criteria. Considerable heterogeneity was found among the selected studies, reflecting the scarce number of available studies and their small sample sizes. The overall results of the analyses showed a statistically significant increase in FVC and FEV₁ when comparing preexercise and postexercise in the same individuals. However, the comparison between exercise and nonexercise groups showed no statistical relevance concerning changes in the results of spirometric parameters. Subgroup analyses by age and duration of the intervention did not modify the results nor explained the statistical heterogeneity between studies.

To date, evidence on the association between exercise and better lung function in healthy subjects derives mostly from observational studies (33). As such, Hancox and Rasmussen (18) and Poulton et al (32) showed that physical fitness was positively associated with FVC and FEV₁ in healthy youngsters in 2 population-based cohorts. Similarly, Roda et al (38) showed that girls performing a moderate level of physical activity had significantly higher values of FVC and FEV₁ than their less active peers. Consistent with the findings from observational studies, our meta-analysis indicated improvements in FVC and FEV₁ in participants from the exercise group in comparison with their baseline values. However, as a single group pre-post analysis, we cannot rule out the possibility that the observed results in the exercise group were at least partially due to spurious factors (24).

The potential mechanisms underlying these improvements in spirometric parameters are multiple. One of the possible explanations is that regular exercise can promote reduction of adipose tissue around the thoracic cage, thus increasing lung inflation and volumes (31). Additionally, regular exercise can increase the thoracic muscles' strength and therefore the capability to expand the chest wall, which increases respiratory volumes, such as the FVC (10,11). Since the expiratory flows relate to lung volumes and to the thoracic muscles' strength, it seems reasonable to think that an increase in the FVC would be accompanied by an increase in the expiratory flows, including FEV₁, as was observed in our study. On the other hand, our meta-analysis showed no significant change in PEF after exercise. Because in healthy subjects the PEF is particularly influenced by the strength of the expiratory muscles (34), we can speculate that longer-term exercise programs might be necessary to develop an optimal strength of such muscles in order to significantly impact the PEF.

To overcome the limitations of the pre-post meta-analysis, we conducted also a separate meta-analysis including only the 4 controlled trials to ascertain the effect of exercise on the spirometric parameters. The results of the between-group meta-analysis

indicated higher values of FVC, FEV₁, and PEF in the exercise group compared with the nonexercise group, but the results were not statistically significant. When excluding the study by Rosenkranz et al (39) during sensitivity analysis, the difference in FEV₁ in favor of the exercise group increased and reached statistical significance. Even though the authors reported that asthmatic participants were not enrolled in the study, some of the participants showed signs of bronchial hyperreactivity, meaning that they might have presented silent bronchoconstriction as a response to stimuli—such as exercise—which would have no effect on other subjects (27). Indeed, participants from the study by Rosenkranz et al (39) presented decreased FEV₁ after an exercise session, as well as decreased FEV₁/FVC at the end of 8 weeks of training. If these participants had bronchial hyperreactivity, it is plausible to reason that they do not presented improvements in lung function following exercise, similar to what happens in asthmatic patients (8). This could justify the discrepancy between the results from Rosenkranz et al (39) and those from the other trials included in our meta-analysis.

In agreement with our results found in the between-group meta-analysis, Bovard et al (6) did not find evidence that additional exercise improves lung function in young healthy athletes when comparing them with sedentary controls. However, their study included only athletes and they may have already attained maximal improvements in lung function following previous training over the years.

Because of the discrepancy between the results from the within- and the between-group meta-analyses, we performed additional meta-analyses within groups (separately for the exercise and the nonexercise groups) including only the trials that included control groups. The objective of these additional analyses was to better understand if the lack of significant results in the between-group meta-analysis was derived from significant improvements in the nonexercise groups. The results showed no substantial improvements in the lung function of the nonexercise groups (Appendices L–N in the [Supplementary Material](#) [available online]). This indicates that the discrepancy between the results of the within- and between-group analyses is more likely due to the different set of studies included in each of them. Moreover, the absence of statistically significant differences between groups might be due to the small sample size of the included trials, which possibly weakened the power of the statistical analysis.

Strengths of this study were (1) the comprehensive and broad search of papers extended to the grey literature and (2) the adoption of internationally recommended approaches to summarize and assess the quality of the available evidence on the subject. However, our study has also some limitations which reflect the limitations of the available literature. First, there was significant statistical heterogeneity between studies, which could not be consistently explained by sensitivity or subgroup analysis but might have been linked to differences in the exercise approach included in the selected studies. Second, it would have been ideal to include percent predicted spirometric values in the analyses, but data for this variable were not available in most of the included studies. Finally, among the 8 studies selected for analyses, only one (25) reported that it had followed the American Thoracic Society Guidelines for spirometry testing and this could have influenced the results (26).

Because of the methodological constraints found in the available studies, the certainty of the evidence on the effect of exercise in FVC, FEV₁, and PEF has been considered very low, according to the GRADE criteria. This lack of good quality evidence is a

concern, particularly when we consider the current context of insufficient levels of exercise (41,44) and the high prevalence of overweight/obesity (1) in the young population, which were accentuated with the outbreak of the coronavirus disease (COVID-19) (5,42). Important evidence indicates that both physical inactivity and overweight/obesity are associated with lung function impairments and with an increased risk of developing asthma in later life (12,13,37). Similarly, severe infection by Sars-Cov-2 can cause pulmonary sequelae including lung function impairment in children (22). Therefore, it is essential to determine whether exercise can be used as a tool for the improvement of lung function development and, as such, counterbalance the adverse effects that physical inactivity, overweight, and the COVID-19 may have on the young population's lung health.

In conclusion, the best evidence currently available does not completely answer the question of whether regular exercise improves lung function in healthy children and adolescents. The results suggest that regular exercise has the potential to improve lung function in this population; however, the small number of papers meeting the selection criteria and the heterogeneity found among studies raise concern about the quality of the currently available evidence. The findings of this study bring to attention the crucial need of well-designed research trials addressing this important public health issue. Therefore, we suggest that new studies enroll larger samples, include control groups, and follow standard guidelines for spirometry assessment. Moreover, suggestions for future studies include assessing outcomes potentially more sensible to early lung changes, such as the Lung Clearance Index, and outcomes which can indicate whether regular exercise influences parenchymal and/or airway growth, such as measures of dysanapsis.

Acknowledgments

This work was supported by the Federal Agency Coordination for the Continuing Education of Higher Studies (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior—CAPES [grant number 88882.442839/2019-01]) in the scope of the PhD degree of Balbinot. The funding source had no role in the study design, the collection and analysis of data, the interpretation of results, the content of the article, or its submission for publication.

References

1. Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, Abu-Rmeileh NM, Acosta-Cazares B, Acuin C, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017; 390(10113):2627–42. doi:10.1016/S0140-6736(17)32129-3
2. Apostol GG, Jacobs DR, Tsai AW, Crow RS, Williams OD, Townsend MC, et al. Early life factors contribute to the decrease in lung function between ages 18 and 40: the coronary artery risk development in young adults study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(2):166–72. PubMed ID: 12119228 doi:10.1164/ajrccm.2007035
3. Armijo-Olivo S, Stiles CR, Hagen NA, Biondo PD, Cummings GG. Assessment of study quality for systematic reviews: a comparison of the Cochrane collaboration risk of bias tool and the effective public health practice project quality assessment tool: methodological research. *J Eval Clin Pract*. 2012;18(1):12–8. doi:10.1111/j.1365-2753.2010.01516.x
4. Bas P, Romagnoli M, Gomez-Cabrera M-C, Bas JL, Aura JV, Franco N, et al. Beneficial effects of aerobic training in adolescent patients with moderate idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2011;20(suppl 1): 415–9. doi:10.1007/s00586-011-1902-7
5. Bates LC, Zieff G, Stanford K, Moore JB, Kerr ZY, Hanson ED, et al. COVID-19 impact on behaviors across the 24-hour day in children and adolescents: physical activity, sedentary behavior, and sleep. *Child Basel Switz*. 2020;7(9):E138. doi:10.3390/children7090138
6. Bovard JM, Welch JF, Houghton KM, McKenzie DC, Potts JE, Sheel AW. Does competitive swimming affect lung growth? *Physiol Rep*. 2018;6(15):e13816. PubMed ID: 30084226 doi:10.14814/phy2.13816
7. Carraro S, Scheltema N, Bont L, Baraldi E. Early-life origins of chronic respiratory diseases: understanding and promoting healthy ageing. *Eur Respir J*. 2014;44(6):1682–96. PubMed ID: 25323240 doi:10.1183/09031936.00084114
8. Carson KV, Chandratille MG, Picot J, Brinn MP, Esterman AJ, Smith BJ. Physical training for asthma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;30:CD001116. doi:10.1002/14651858.CD001116.pub4
9. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*. 1985;100(2):126–31. PubMed ID: 3920711
10. Clanton TL, Dixon GF, Drake J, Gadek JE. Effects of swim training on lung volumes and inspiratory muscle conditioning. *J Appl Physiol*. 1987;62(1):39–46. PubMed ID: 3558196 doi:10.1152/jappl.1987.62.1.39
11. Courteix D, Obert P, Lecoq AM, Guenon P, Koch G. Effect of intensive swimming training on lung volumes, airway resistance and on the maximal expiratory flow-volume relationship in prepubertal girls. *Eur J Appl Physiol*. 1997;76(3):264–9. doi:10.1007/s004210050246
12. Davidson WJ, Mackenzie-Rife KA, Witmans MB, Montgomery MD, Ball GDC, Egbogah S, et al. Obesity negatively impacts lung function in children and adolescents. *Pediatr Pulmonol*. 2014;49(10):1003–10. doi:10.1002/ppul.22915
13. Deng X, Ma J, Yuan Y, Zhang Z, Niu W. Association between overweight or obesity and the risk for childhood asthma and wheeze: an updated meta-analysis on 18 articles and 73 252 children. *Pediatr Obes*. 2019;14(9): e12532. PubMed ID: 31033249 doi:10.1111/jipo.12532
14. D'Souza C, Avadhany ST. Effects of yoga training and detraining on physical performance measures in prepubertal children—a randomized trial. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2014;58(1):61–8. PubMed ID: 25464679
15. Ekblom B. Effect of physical training in adolescent boys. *J Appl Physiol*. 1969;27(3):350–5. PubMed ID: 5804131 doi:10.1152/jappl.1969.27.3.350
16. Fortis S. Lost in interpretation: should the highest VC value be used to calculate the FEV1/VC ratio? *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016;11:2167–70. PubMed ID: 27672321 doi:10.2147/COPD.S116214
17. GRADE Working Group. Grading quality of evidence and strength of recommendations. *Br Med J*. 2004;328(7454):1490. doi:10.1136/bmj.328.7454.1490
18. Hancox RJ, Rasmussen F. Does physical fitness enhance lung function in children and young adults? *Eur Respir J*. 2018;51(2): 1701374. Doi:10.1183/13993003.01374-2017
19. Hassanzadeh-Taheri M, Moodi H, Kazemi T, Hosseini M, Akbari A, Doostabadi M, et al. Effect of functional (aerobic) exercises on chest wall expansion and respiratory volumes in high school students. *Ann Trop Med Public Health*. 2017;10(4):855–60. doi:10.4103/ATMPH.ATMPH_203_17

20. Higgins JP, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. The Cochrane Collaboration; 2011.
21. Higgins JPT, Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Hróbjartsson A, Boutron I, et al. A revised tool for assessing risk of bias in randomized trials. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;10(suppl 1):29–31.
22. Knoke L, Schlegte A, Maier C, Eitner L, Lücke T, Brinkmann F. Pulmonary function and long-term respiratory symptoms in children and adolescents after COVID-19. *Front Pediatr*. 2022;10:851008. PubMed ID: 35547532 doi:10.3389/fped.2022.851008
23. Luzak A, Fuertes E, Flexeder C, Standl M, von Berg A, Berdel D, et al. Which early life events or current environmental and lifestyle factors influence lung function in adolescents?—Results from the GINIplus & LISAplus studies. *Respir Res*. 2017;18(1):138. PubMed ID: 28701166 doi:10.1186/s12931-017-0619-5
24. Marsden E, Torgerson CJ. Single group, pre- and post-test research designs: some methodological concerns. *Oxf Rev Educ*. 2012;38(5):583–616. doi:10.1080/03054985.2012.731208
25. Mendelson M, Michallet A-S, Estève F, Perrin C, Levy P, Wuyam B, et al. Ventilatory responses to exercise training in obese adolescents. *Respir Physiol Neurobiol*. 2012;184(1):73–9. PubMed ID: 22884972 doi:10.1016/j.resp.2012.08.001
26. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319–38. PubMed ID: 16055882 doi:10.1183/09031936.05.00034805
27. Neijens HJ, Wesseling T, Kerrebijn KF. Exercise-induced bronchoconstriction as an expression of bronchial hyperreactivity: a study of its mechanisms in children. *Thorax*. 1981;36(7):517–22. PubMed ID: 6797085 doi:10.1136/thx.36.7.517
28. Noury C, Deruelle F, Guinhouya C, Baquet G, Fabre C, Bart F, et al. High-intensity intermittent running training improves pulmonary function and alters exercise breathing pattern in children. *Eur J Appl Physiol*. 2005;94(4):415–23. PubMed ID: 15843957 doi:10.1007/s00421-005-1341-4
29. Orhan S, Eskiyecek C. The effects of summer sports school basketball training on respiratory functions of female students. *Univers J Educ Res*. 2018;6(12):2834–40. doi:10.13189/ujer.2018.061217
30. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. PubMed ID: 33782057 doi:10.1136/bmj.n71
31. Piper AJ, Grunstein RR. Big breathing: the complex interaction of obesity, hypoventilation, weight loss, and respiratory function. *J Appl Physiol*. 2010;108(1):199–205. PubMed ID: 19875712 doi:10.1152/jappphysiol.00713.2009
32. Poulton R, Moffitt TE, Silva PA. The Dunedin multidisciplinary health and development study: overview of the first 40 years, with an eye to the future. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*. 2015;50(5):679–93. PubMed ID: 25835958 doi:10.1007/s00127-015-1048-8
33. Puente-Maestu L, Stringer WW. Physical activity to improve health: do not forget that the lungs benefit too. *Eur Respir J*. 2018;51(2):1702468. doi:10.1183/13993003.02468-2017
34. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, Baur X, Hall GL, Culver BH, et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3–95 year age range: the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J*. 2012;40(6):1324–43. PubMed ID: 22743675 doi:10.1183/09031936.00080312
35. R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing; 2020.
36. Radtke T, Nevitt SJ, Hebestreit H, Kriemler S. Physical exercise training for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;28(6):CD002768. doi:10.1002/14651858.CD002768.pub4
37. Rasmussen F, Lambrechtsen J, Siersted HC, Hansen HS, Hansen NC. Low physical fitness in childhood is associated with the development of asthma in young adulthood: the Odense schoolchild study. *Eur Respir J*. 2000;16(5):866–70. PubMed ID: 11153585 doi:10.1183/09031936.00.16586600
38. Roda C, Mahmoud O, Peralta GP, Fuertes E, Granell R, Serra I, et al. Physical-activity trajectories during childhood and lung function at 15 years: findings from the ALSPAC cohort. *Int J Epidemiol*. 2020;49(1):131–41. PubMed ID: 31270549 doi:10.1093/ije/dyz128
39. Rosenkranz SK, Rosenkranz RR, Hastmann TJ, Harms CA. High-intensity training improves airway responsiveness in inactive non-asthmatic children: evidence from a randomized controlled trial. *J Appl Physiol*. 2012;112(7):1174–83. PubMed ID: 22241059 doi:10.1152/jappphysiol.00663.2011
40. Schittny JC. Development of the lung. *Cell Tissue Res*. 2017;367(3):427–44. PubMed ID: 28144783 doi:10.1007/s00441-016-2545-0
41. Sluijs EMF, Ekelund U, Crochemore-Silva I, Guthold R, Ha A, Lubans D, et al. Physical activity behaviours in adolescence: current evidence and opportunities for intervention. *Lancet*. 2021;398(10298):429–42. PubMed ID: 34302767 doi:10.1016/S0140-6736(21)01259-9
42. Stavridou A, Kapsali E, Panagoulis E, Thirios A, Polychronis K, Bacopoulou F, et al. Obesity in children and adolescents during COVID-19 pandemic. *Child Basel Switz*. 2021;8(2):135.
43. Stocks J, Sonnappa S. Early life influences on the development of chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2013;7(3):161–73. PubMed ID: 23439689 doi:10.1177/1753465813479428
44. The Lancet. A sporting chance: physical activity as part of everyday life. *Lancet*. 2021;398(10298):365. doi:10.1016/S0140-6736(21)01652-4
45. Welsh L, Kemp JG, Roberts RGD. Effects of physical conditioning on children and adolescents with asthma. *Sports Med*. 2005;35(2):127–41. PubMed ID: 15707377 doi:10.2165/00007256-200535020-00003
46. Zauner CW, Maksud MG, Melichna J. Physiological considerations in training young athletes. *Sports Med*. 1989;8(1):15–31. PubMed ID: 2675252 doi:10.2165/00007256-198908010-00003

Supplementary Material

Does regular exercise impact the lung function of healthy children and adolescents? A systematic review and meta-analysis

Fernanda Balbinot*; Felipe César de Almeida Claudino; Pedro Kazlauckas Lucas; Ana Paula Donadello Martins; Eliana Márcia Wendland; Margaret W. Gerbase

***Corresponding author**

Fernanda Balbinot

Rua Sarmiento Leite 245, 90050-170 Porto Alegre, Brazil

Email address: fernandabt@ufcspa.edu.br

Appendix A - Search strategies for electronic database (part 1 of 2)

Medline (via Pubmed)
("exercise"[MeSH Terms] OR "exercise"[Title/Abstract] OR "aerobic exercise"[Title/Abstract] OR "aerobic training"[Title/Abstract] OR "resistance exercise"[Title/Abstract] OR "resistance training"[Title/Abstract] OR "muscle training"[Title/Abstract] OR "swimming"[Title/Abstract] OR "running"[Title/Abstract] OR "rowing"[Title/Abstract] OR "physical fitness"[Title/Abstract] OR "physical training"[All Fields]) AND ("child"[MeSH Terms] OR "adolescent"[MeSH Terms] OR "child"[Title/Abstract] OR "adolescent"[Title/Abstract] OR "boy"[Title/Abstract] OR "boys"[Title/Abstract] OR "girl"[Title/Abstract] OR "girls"[Title/Abstract]) AND ("spirometry"[MeSH Terms] OR "spirometry"[Title/Abstract] OR "lung function"[Title/Abstract] OR "respiratory function"[Title/Abstract] OR "pulmonary function"[Title/Abstract] OR "forced expiratory volume in 1 second"[All Fields] OR "forced vital capacity"[All Fields])
Embase
('exercise' OR 'aerobic exercise' OR 'aerobic training' OR 'resistance training' OR 'muscle training' OR 'swimming' OR 'running' OR 'rowing' OR 'fitness' OR 'physical activity' OR 'physical training') AND ('child' OR 'children' OR 'adolescent' OR 'school age' OR 'school child' OR 'boy' OR 'boys' OR 'girl' OR 'girls') AND ('spirometry' OR 'lung function' OR 'pulmonary function' OR 'respiratory function' OR 'forced expiratory volume' OR 'forced vital capacity') AND [embase]/lim AND [humans]/lim
LILACS
("exercise" OR "aerobic training" OR swimming OR rowing OR "resistance training" OR "physical training" OR "physical fitness" OR running OR "physical activity") AND (child OR children OR adolescent OR adolescents OR boy OR girl OR boys OR girls OR "school aged" OR "school age") AND (spirometry OR "lung function" OR FEV1 OR FVC OR "forced vital capacity" OR "forced expiratory volume in the first second" OR "forced expiratory volume in one second")
Eric
("exercise" OR "aerobic training" OR swimming OR rowing OR "resistance training" OR "physical training" OR "physical fitness" OR running OR "physical activity") AND (child OR children OR adolescent OR adolescents OR boy OR girl OR boys OR girls OR "school aged" OR "school age") AND (spirometry OR "lung function" OR FEV1 OR FVC OR "forced vital capacity" OR "forced expiratory volume in the first second" OR "forced expiratory volume in one second")
PEDro
1. child* lung* exercise* 2. adolescen* lung* exercise* 3. child* pulmonary* exercise* 4. adolescen* pulmonary* exercise*

Appendix A – Search strategies for electronic database (part 2 of 2)

Cochrane CENTRAL	
#1	MeSH descriptor: [exercise] explode all trees
#2	MeSh descriptor [child] explode all trees
#3	MeSH descriptor: [adolescent] explode all trees
#4	MeSH descriptor: [spirometry] explode all trees
#5	'exercise' OR 'aerobic exercise' OR 'aerobic training' OR 'resistance training' OR 'muscle training' OR 'swimming' OR 'running' OR 'rowing' OR 'fitness' OR 'physical activity' OR 'physical training'
#6	children OR 'school aged' OR scholar* OR adolescen* OR youth OR teen* OR girl OR girls OR boy OR boys
#7	'lung function' OR 'respiratory function' OR spirometr* OR 'forced expiratory volume in one second' OR 'forced vital capacity' OR FVC OR FEV1
#8	#1 OR #5
#9	#2 OR #3 OR #6
#10	#4 OR #7
#11	#8 AND #9 AND #10 In Trials
EU Clinical Trials register	
("exercise" OR "aerobic training" OR swimming OR rowing OR "resistance training" OR "physical training" OR "physical fitness" OR running OR "physical activity") AND (child OR children OR adolescent OR adolescents OR boy OR girl OR boys OR girls OR "school aged" OR "school age") AND (spirometry OR "lung function" OR FEV1 OR FVC OR "forced vital capacity" OR "forced expiratory volume in the first second" OR "forced expiratory volume in one second")	
<u>Select trial status:</u> completed	
<u>Result status:</u> trials with results	
<u>Age range:</u> Under 18	
<u>Sex:</u> both	
Clinical Trials.gov	
<u>Study type:</u> all studies	
<u>Study result:</u> Studies with results	
<u>Include studies that accept healthy volunteers:</u> check	
<u>Status: Recruitment:</u> Completed	
<u>Intervention/treatment:</u> exercise OR aerobic OR resistance OR fitness OR rowing OR "physical activity" OR running OR swimming OR "physical training"	
<u>Outcome measure:</u> "lung function" OR "respiratory function" OR spirometry OR FVC OR FEV1 OR "forced vital capacity" OR "forced expiratory volume"	

Appendix B. Characteristics of the exercises performed in each study (part 1 of 3)

Study/ year/	Exercise	Control	Duration of sessions (minutes)	Frequency (times/week)	Total duration (weeks)	Supervision
Ekblom 1969	interval + dash + distance + strength training + ball games interval training: 3-4x 1000m; 80-90% of full-speed; 17 sessions dash training: 10-20 x 75m; full speed; 13 sessions distance training: 4000-5000m; steady speed; 9 sessions strength training: circuit and weight training; 5 sessions ball games: soccer, ice hockey; nine sessions	no exercise	45	4-5	24	yes
Nourry 2005	high-intensity running training The training sessions began with a standard warm-up comprising ten 10 s runs at 100% of maximal aerobic speed followed by a series of four short intermit-tent exercise run series separated by 3 min of passive recovery. The series were constituted by an alternation of run periods lasting 10 or 20 s at an intensity ranging from 100% to 130% of the maximal aerobic speed and passive recovery periods equal to the time of run.	no exercise	30	2	8	not stated
Rosenkranz 2012	high-intensity running training Each training session began with a standardized warm-up performed at 100% of maximal aerobic speed. The warm-up set was followed by four sets of 10x10s or, later in the 8-week progression, 5x20-s intervals at 100–130% of maximal aerobic speed. Rest intervals were performed at a one to one work-to-rest ratio and were passive recovery rest periods.	no exercise	30	2	8	yes

Appendix B. Characteristics of the exercises performed in each study (part 2 of 3)

Study/ year	Group A	Group B	Duration of sessions (minutes)	Frequency (times/week)	Total duration (weeks)	Supervision
Orhan 2018	circuit training with a ball of basketball The training began with 10-minute warm-up and opening-stretching exercise. The main phase lasted 40-50 minutes (progressively increased from week 1 to 12) and consisted of circuit training with a moderate to high intensity. Interval training loads were applied 30s for the first three weeks, 35s for the second three weeks, 40s for the third three weeks and 45s for the fourth three weeks. The final phase consisted of 10 minutes of educational games.	no exercise	40-50	5	12	yes
Hassanzadeh-Taheri 2017	cycling On an exercise bike with resistance near zero, the participant pedaled slowly for 10 min and then in mean rate of 30 km/h for 20 min, and at the end of the steps, continued slowly for 5 min	rope jumping To warm up, participants performed simple exercises including short-height and up-down jumping. Then, they jump roped for 10 minutes. To cool down, they performed short height jumping again for 5 min.	cycling: 35 rope jumping:≈15	3	4	not stated

Appendix B. Characteristics of the exercises performed in each study (part 3 of 3)

Study/ year/	Exercise	Control	Duration of sessions (minutes)	Frequency (times/week)	Total duration (weeks)	Supervision
D Souza 2014	passive stretching + running + marching + jumping The training began with 5-minute warm-up by round running. The remaining intervention time consisted of standing exercises performed 5 repetitions each side: rotation of neck, hand, hip, knee, feet; body twist; leg to hand cross touch; forward and backward bending; leg stretch; followed by sitting exercises (bending with hands on the head, sideway bending) and slow jump; fast high jump; march fast; and static fast run.	excluded from analysis (yoga)	45	5	12	yes
Bas 2011	cycling The training intensity was increased from 65 to 85% VO ₂ max.	excluded from analysis (intervention was exercise but participants had idiopathic scoliosis)	60	3	6	not stated
Mendelson 2012	cycling + treadmill running + rowing + resistance training Aerobic exercises (cycling, treadmill, rower) with aerobic intensity of 60% of VO ₂ peak in the beginning of training and 80% at the end of the protocol. For a short period (approximately 20% of the total duration of the exercise), participants performed resistance training including exercises with resistance bands and adapted squats and push-ups.	excluded from analysis (spirometry was performed only at pre-intervention)	60 or 120	60min session: 2 times/week; 120min session: 1 time/week	12	yes

Appendix C. Detailed results from the included studies (part 1 of 2)

	Study	Group	n	Description	Baseline		Post-intervention		Change from baseline	
					Mean	SD	Mean	SD	t-value	p-value
FVC (liter)	Bas 2011	Intervention	6	cycling	3.7	0.7	3.5	0.7	NR	> 0.05
		Control	6	excluded from analysis	excluded from analysis		excluded from analysis		excluded from analysis	
	D'Souza 2014	Intervention	44	combined exercise	1.171	0.299	1.269	0.284	NR	< 0.05
		Control	44	excluded from analysis	excluded from analysis		excluded from analysis		excluded from analysis	
	Hassanzadeh-Taheri 2017	Intervention A	30	cycling	2.536	0.5	2.735	0.93	NR	> 0.05
		Intervention B	30	rope jumping	2.629	0.75	3.072	0.89	NR	< 0.05
	Mendelson 2012	Intervention	16	combined exercise	3.89	1.04	4.03	1.02	NR	> 0.05
		Control	16	excluded from analysis	excluded from analysis		excluded from analysis		excluded from analysis	
	Nourry 2005	Intervention	9	HIIT	1.87	0.36	2	0.38	NR	0.026
		Control	9	no exercise	2.28	0.57	2.38	0.5	NR	> 0.05
	Orhan 2018	Intervention	30	circuit training	2.736	0.411	3.029	0.449	-7.213	< 0.0001
		Control	30	no exercise	2.359	0.42	2.412	0.444	-1.879	0.07
	Rosenkranz 2012	Intervention	8	HIIT	1.9	0.4	1.9	0.5	NR	> 0.05
		Control	8	no exercise	2.2	0.4	2.3	0.3	NR	> 0.05
FEV₁ (liter)	Bas 2011	Intervention	6	cycling	2.6	0.7	2.9	0.6	NR	> 0.05
		Control	6	excluded from analysis	excluded from analysis		excluded from analysis		excluded from analysis	
	D'Souza 2014	Intervention	44	combined exercise	1.075	0.227	1.16	0.238	NR	< 0.05
		Control	44	excluded from analysis	excluded from analysis		excluded from analysis		excluded from analysis	
	Hassanzadeh-Taheri 2017	Intervention A	30	cycling	2.517	0.68	2.754	0.75	NR	< 0.05
		Intervention B	30	rope jumping	2.504	0.75	2.87	0.29	NR	< 0.05
	Mendelson 2012	Intervention	16	combined exercise	3.17	0.86	3.3	0.87	NR	> 0.05
		Control	16	excluded from analysis	excluded from analysis		excluded from analysis		excluded from analysis	
	Nourry 2005	Intervention	9	HIIT	1.58	0.23	1.76	0.27	NR	0.025
		Control	9	no exercise	1.94	0.44	1.99	0.5	NR	> 0.05
	Orhan 2018	Intervention	30	circuit training	2.623	0.388	2.767	0.363	-3.002	0.005
		Control	30	no exercise	2.265	0.419	2.281	0.423	-1.698	> 0.05
	Rosenkranz 2012	Intervention	8	HIIT	1.5	0.3	1.4	0.3	NR	> 0.05
		Control	8	no exercise	1.8	0.3	1.8	0.3	NR	> 0.05

Appendix C. Detailed results from the included studies (part 2 of 2)

PEF (liter/second)	D'Souza 2014	Intervention	44	combined exercise	3.34	0.57	3.49	0.63	NR	< 0.05
		Control	44	excluded from analysis	excluded from analysis	excluded from analysis	excluded from analysis	excluded from analysis	excluded from analysis	
	Nourry 2005	Intervention	9	HIIT	3	0.76	3.52	0.9	NR	0.005
		Control	9	no exercise	3.63	0.87	3.68	0.93	NR	> 0.05
	Orhan 2018	Intervention	30	circuit training	5.279	0.842	5.253	0.98	0.166	0.87
		Control	30	no exercise	4.736	0.964	4.742	0.949	-0.828	0.414
	Rosenkranz 2012	Intervention	8	HIIT	3.4	0.8	2.7	0.8	NR	> 0.05
		Control	8	no exercise	3.2	0.7	3.7	1.5	NR	> 0.05
VC (liter)	Ekblom 1969	Intervention		combined exercise	2.89	0.42	3.15	0.62	NR	NR
		Control		no exercise	2.63	0.42	2.69	0.67	NR	NR

FVC: forced vital capacity, FEV₁: forced expiratory volume in the first second, PEF: peak expiratory flow, VC: vital capacity, NR: not reported

Appendix D. Sensitivity analysis by the leave-one-out approach regarding the within-group meta-analysis (baseline vs. post-exercise)

Analysis	FVC	MD (liters)	95% CI	<i>p</i> Chi ²	I ²
1	Omitting Bas 2011	0.1929	[0.098; 0.287]	< 0.0001	80.2%
2	Omitting D'Souza 2014	0.1769	[0.062; 0.292]	0.0001	76.3%
3	Omitting Ekblom 1969	0.1585	[0.057; 0.260]	< 0.0001	82.7%
4	Omitting Hassanzadeh-Taheri 2017 A	0.1625	[0.058; 0.267]	< 0.0001	82.9%
5	Omitting Hassanzadeh-Taheri 2017 B	0.1340	[0.045; 0.223]	0.0003	74.2%
6	Omitting Mendelson 2012	0.1684	[0.066; 0.271]	< 0.0001	83.0%
7	Omitting Nourry 2005	0.1703	[0.055; 0.286]	< 0.0001	82.9%
8	Omitting Orhan 2018	0.1446	[0.046; 0.243]	0.0006	72.7%
9	Omitting Rosenkranz 2012	0.1869	[0.084; 0.289]	< 0.0001	81.7%
	FEV₁	MD (liters)	95% CI	<i>p</i>Chi²	I²
10	Omitting Bas 2011	0.134	[0.050; 0.218]	0.012	63.3%
11	Omitting D'Souza 2014	0.160	[0.052; 0.268]	0.022	59.5%
12	Omitting Hassanzadeh-Taheri 2017 A	0.129	[0.042; 0.216]	0.016	61.5%
13	Omitting Hassanzadeh-Taheri 2017 B	0.113	[0.041; 0.186]	0.079	47.0%
14	Omitting Mendelson 2012	0.142	[0.055; 0.229]	0.009	65.0%
15	Omitting Nourry 2005	0.135	[0.040; 0.229]	0.014	62.4%
16	Omitting Orhan 2018	0.145	[0.040; 0.249]	0.010	63.9%
17	Omitting Rosenkranz 2012	0.162	[0.093; 0.232]	0.123	40.2%
	PEF	MD (liters/second)	95% CI	<i>p</i>Chi²	I²
18	Omitting D'Souza 2014	0.0117	[-0.560; 0.584]	0.001	85.4%
19	Omitting Nourry 2005	-0.039	[-0.360; 0.283]	0.050	66.5%
20	Omitting Orhan 2018	0.124	[-0.299; 0.546]	0.002	83.6%
21	Omitting Rosenkranz 2012	0.216	[-0.055; .487]	0.017	75.4%

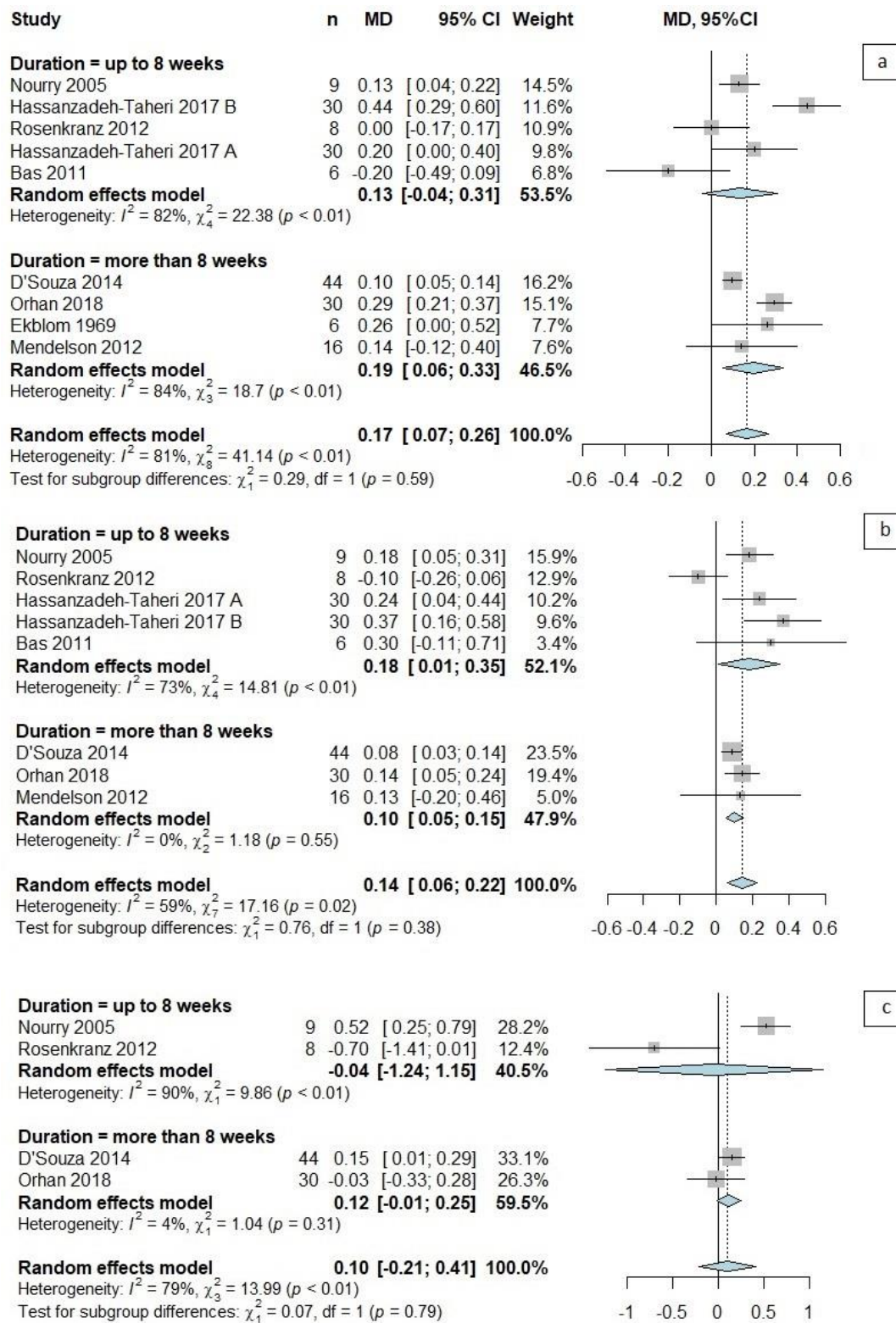
FVC: forced vital capacity, FEV₁: forced expiratory volume in the first second, PEF: peak expiratory flow, MD: mean difference.

Appendix E. Sensitivity analysis by the leave-one-out approach regarding the between-group meta-analysis (exercise vs. no exercise)

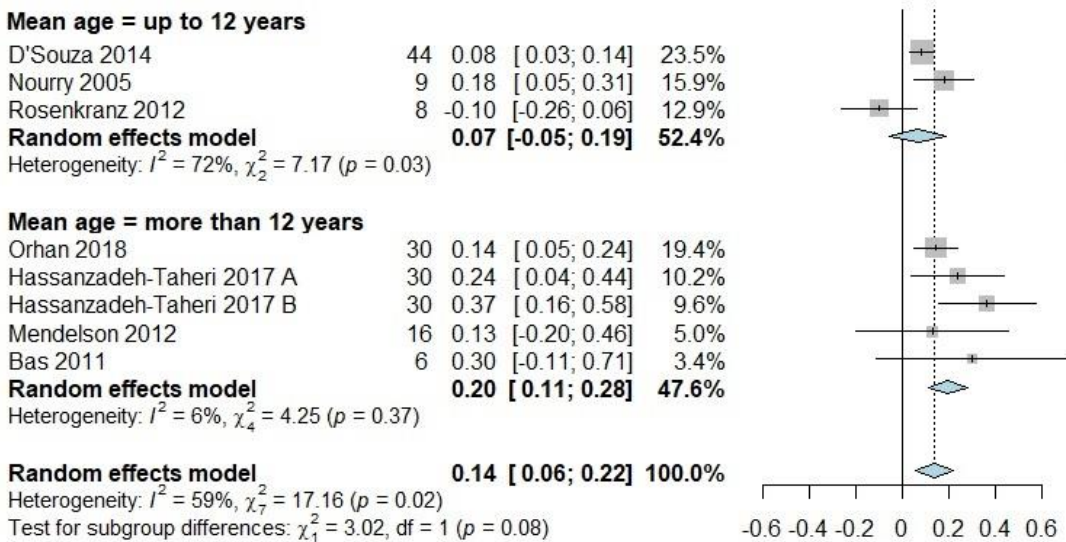
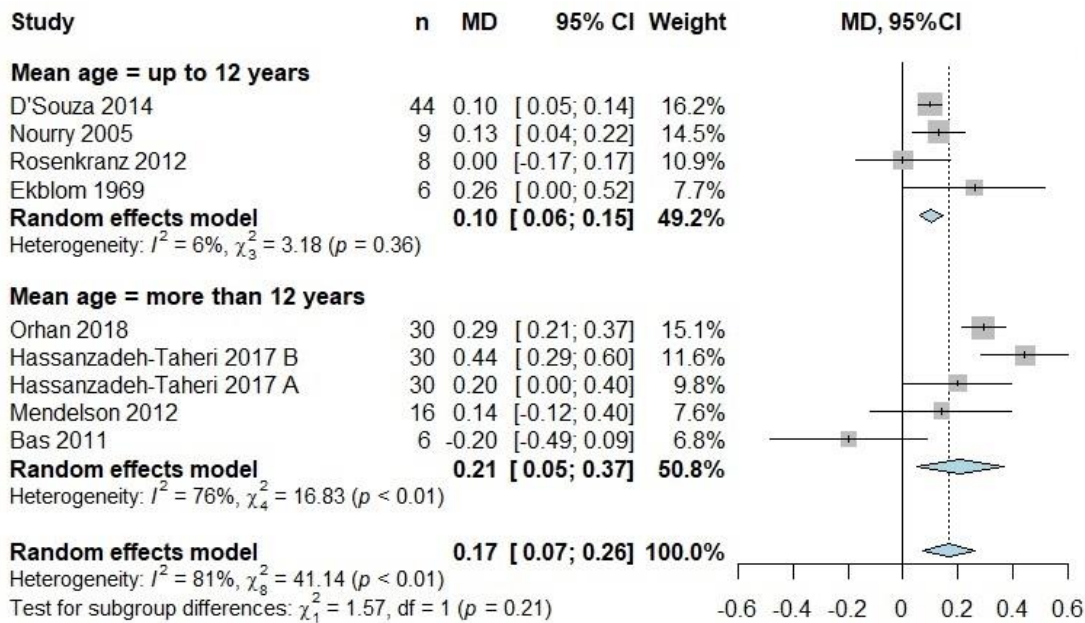
Analysis	FVC	MD (liters)	95% CI	<i>p</i> Chi ²	I ²
1	Omitting Ekblom 1969	0.071	[-0.1249; 0.2659]	0.004	81.8%
2	Omitting Nourry 2005	0.117	[-0.1141; 0.3471]	0.015	76.2%
3	Omitting Orhan 2018	0.018	[-0.1147; 0.1505]	0.257	26.3%
4	Omitting Rosenkranz 2012	0.152	[-0.0042; 0.3085]	0.059	64.7%
	FEV₁	MD (liters)	95% CI	<i>p</i>Chi²	I²
5	Omitting Nourry 2005	0.024	[-0.1985; 0.2466]	0.019	82.0%
6	Omitting Orhan 2018	0.019	[-0.2063; 0.2442]	0.037	77.1%
7	Omitting Rosenkranz 2012	0.129	[0.0494; 0.2078]	0.981	0.0%
	PEF	MD (liters/second)	95% CI	<i>p</i>Chi²	I²
8	Omitting Nourry 2005	-0.411	[-1.4834; 0.6607]	0.109	61.2%
9	Omitting Orhan 2018	-0.220	[-1.8321; 1.3915]	0.020	81.2%
10	Omitting Rosenkranz 2012	0.224	[-0.2677; 0.7160]	0.02	81.6%

FVC: forced vital capacity, FEV₁: forced expiratory volume in the first second, PEF: peak expiratory flow, MD: mean difference.

Appendix F. Subgroup analyses of changes from baseline depending on the duration of the intervention in (a) the forced vital capacity -FVC, (b) the forced expiratory volume in the first second - FEV₁ and (c) the peak expiratory flow – PEF, within the exercise groups.



Appendix G. Forest plot for subgroup analyses of changes from baseline depending on the mean age of participants in (a) the forced vital capacity -FVC, (b) the forced expiratory volume in the first second - FEV₁



Appendix H. Risk of methodological bias in the included randomized controlled trials, through the Cochrane Risk of Bias Tool for randomized controlled trials

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Hassanzadeh-Taheeri 2017							
Nourry 2005							
Rosenkranz 2012							

Appendix I. Quality assessment of non-randomized and/or non-controlled studies, through the Quality Assessment Tool for Quantitative Studies

	Bas 2011	Ekblom 1969	Orhan 2018	Mendelson 2012	D'Souza 2014
Selection bias	weak	weak	weak	weak	strong
Study Design	NA	NA	NA	NA	NA
Confounders	moderate	moderate	moderate	moderate	moderate
Blinding	weak	weak	weak	weak	weak
Data collection methods	weak	weak	weak	strong	weak
Withdrawals and dropouts	strong	strong	strong	strong	strong
Global Rating	weak	weak	weak	weak	weak

NA: not applicable

Note: the evaluation of each study considered all the outcomes from that study

Appendix J. Summary of findings table – within-group analysis**Patient or population:** healthy children and adolescents**Intervention:** exercise**Comparison:** baseline

Outcomes	Relative effect (95% CI)	Nº of participants (comparisons, studies)	Certainty of the evidence (GRADE)
Forced vital capacity (FVC)	MD 0.17 L higher (0.07 higher to 0.26 higher)	107 (9 comparisons from 8 studies)	⊕○○○ VERY LOW ^{a,b,c,d}
Forced expiratory volume in the first second (FEV ₁)	MD 0.14 L higher (0.06higher to 0.22 higher)	173 (8 comparisons from 7studies)	⊕○○○ VERY LOW ^{a,b,c,d}
Peak expiratory flow (PEF)	MD 0.10 L higher (0.21 lower to 0.41 higher)	91 (4 comparisons from 4studies)	⊕○○○ ^{a,b,c,d} VERY LOW

CI: Confidence interval; **MD:** Mean difference**Explanations**

- a. started at “low” since it was a pre-postintervention analysis
- b. risk of methodological bias (plausible limitation for multiple criteria)
- c. small sample size
- d. substantial statistical heterogeneity

Appendix K. Summary of findings table – between-group analysis**Patient or population:** healthy children and adolescents**Intervention:** exercise**Comparison:** no exercise

Outcomes	Relative effect (95% CI)	Nº of participants (studies)	Certainty of the evidence (GRADE)
Forced vital capacity (FVC)	MD 0.09 L higher (0.07lower to 0.26 higher)	107 (4 studies)	⊕○○○ VERY LOW ^{a,b,c}
Forced expiratory volume in the first second (FEV ₁)	MD 0.06 L higher (0.07 lower to 0.20 higher)	94 (3studies)	⊕○○○ VERY LOW ^{a,b,c}
Peak expiratory flow (PEF)	MD 0.05L higher (0.51 lower to 0.61 higher)	94 (3studies)	⊕○○○ ^{a,b,c} VERY LOW

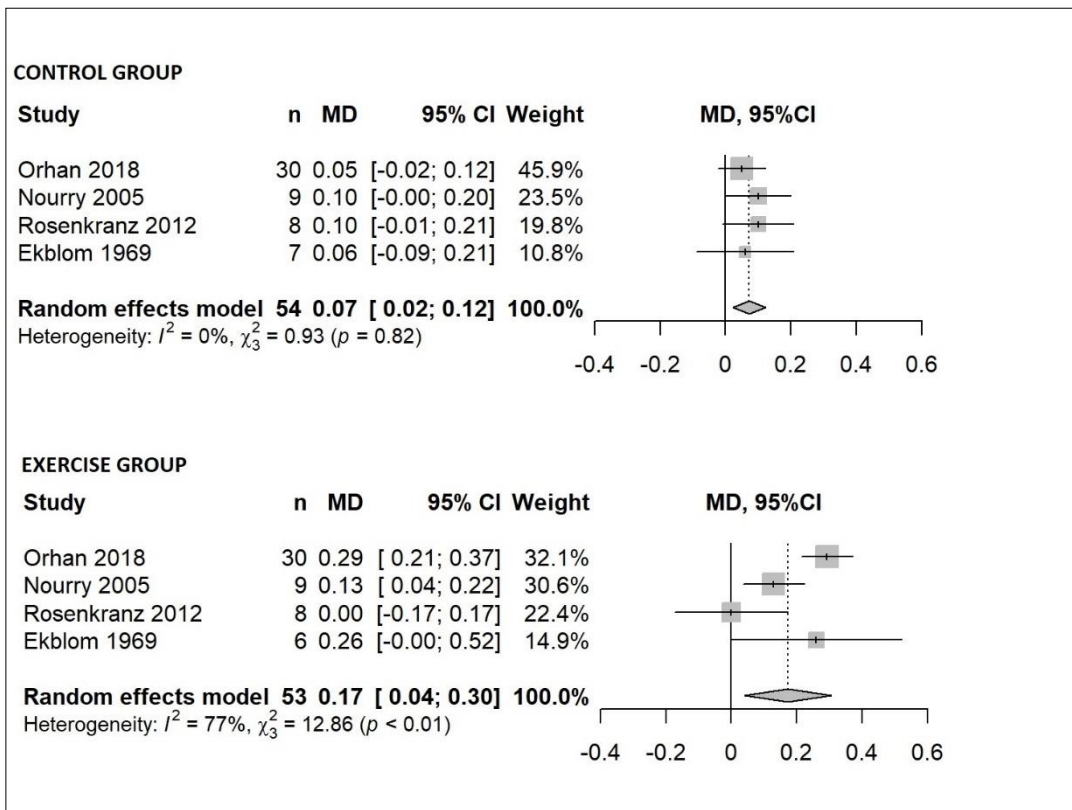
CI: Confidence interval; **MD:** Mean difference**Explanations**

a. risk of methodological bias (plausible limitation for multiple criteria)

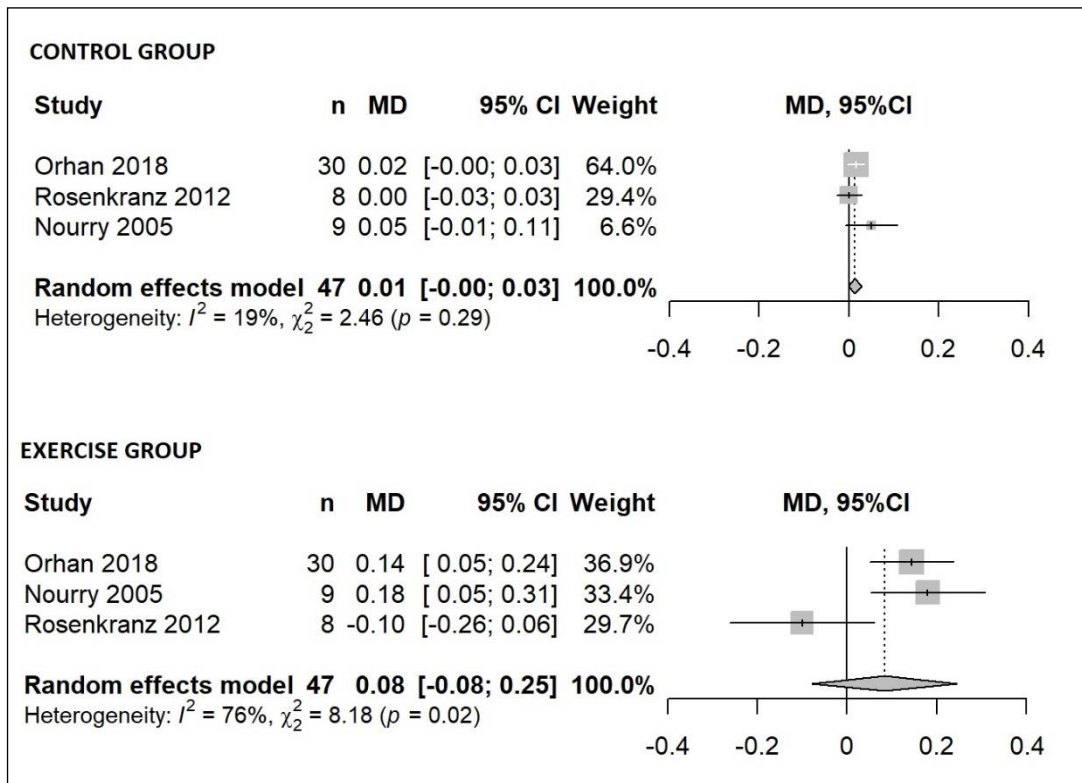
b. small sample size

c. substantial statistical heterogeneity

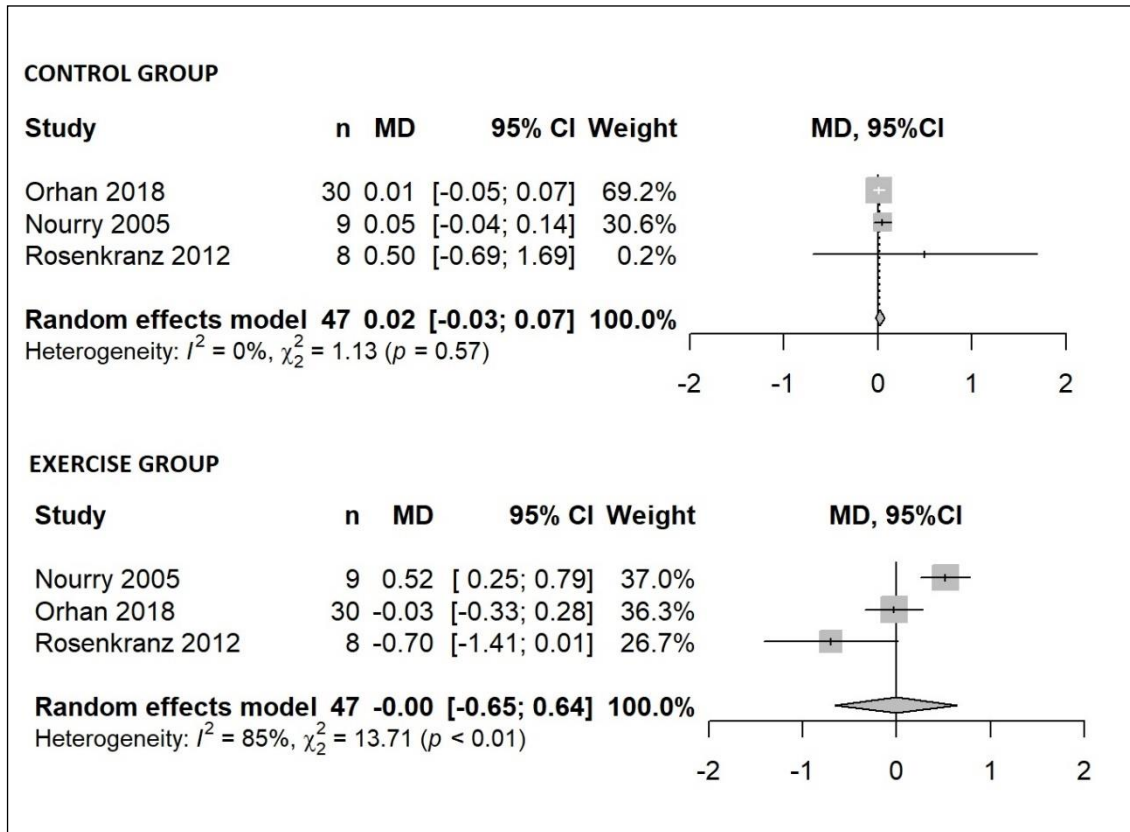
Appendix L. Within-group meta-analyses of the forced vital capacity (FVC) including only the studies which included a control group



Appendix M. Within-group meta-analyses of the forced expiratory volume in the first second (FEV₁) including only the studies which included a control group



Appendix N. Within-group meta-analyses of the peak expiratory flow (PEF) including only the studies which included a control group



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os artigos provenientes desta tese foram elaborados com o objetivo de investigar a associação entre a prática de atividade física regular e a função pulmonar de crianças e adolescentes. No primeiro artigo, que consistiu em uma metanálise de estudos de intervenção, demonstramos que o exercício regular tem o potencial de aumentar a CVF e o VEF₁ em crianças e adolescentes saudáveis. O aumento nos índices espirométricos não foi significativamente influenciado pela idade dos participantes ou pela duração da intervenção. No entanto, identificamos que os estudos disponíveis na literatura apresentavam importantes limitações metodológicas que precisavam ser resolvidas em estudos posteriores; as limitações mais importantes consistiram no pequeno número de participantes incluídos, a falta de um grupo controle (sedentário) para comparação dos resultados e, por fim, o uso de critérios não-padronizados para realização da espirometria. No segundo artigo, que foi um estudo transversal com 460 participantes, demonstramos que a prática de atividade física está associada à maior CVF e maior VEF₁ em crianças e adolescentes da população geral. Estas associações persistiram após ajuste para sexo, idade, presença de asma ativa, peso ao nascimento, e tempo gasto em frente a telas como celular, televisão e videogame. Neste estudo, também avançamos no entendimento do papel da obesidade na relação entre atividade física e função pulmonar: observamos que o status de peso não modifica significativamente a associação entre a atividade física e a função pulmonar e, ainda, que esta associação não é mediada pelo IMC. Assim, concluímos que a prática regular de atividade física tem um impacto positivo na função pulmonar de crianças e adolescentes da população-geral, independentemente de seu status de peso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schittny JC. Development of the lung. *Cell Tissue Res.* 2017;367(3):427-444. doi:10.1007/s00441-016-2545-0
2. Burri PH. Structural aspects of postnatal lung development - alveolar formation and growth. *Biol Neonate.* 2006;89(4):313-322. doi:10.1159/000092868
3. Harding R, Hooper SB, Wallace MJ. LUNG DEVELOPMENT | Overview. In: *Encyclopedia of Respiratory Medicine.* Elsevier; 2006:613-619. doi:10.1016/B0-12-370879-6/00221-0
4. Hislop AA. Airway and blood vessel interaction during lung development. *J Anat.* 2002;201(4):325-334. doi:10.1046/j.1469-7580.2002.00097.x
5. Narayanan M, Owers-Bradley J, Beardsmore CS, et al. Alveolarization continues during childhood and adolescence: new evidence from helium-3 magnetic resonance. *Am J Respir Crit Care Med.* 2012;185(2):186-191. doi:10.1164/rccm.201107-1348OC
6. Butler JP, Loring SH, Patz S, Tsuda A, Yablonskiy DA, Mentzer SJ. Evidence for Adult Lung Growth in Humans. *N Engl J Med.* 2012;367(3):244-247. doi:10.1056/NEJMoa1203983
7. Le Souëf PN. Pediatric origins of adult lung diseases. 4. Tobacco related lung diseases begin in childhood. *Thorax.* 2000;55(12):1063-1067. doi:10.1136/thorax.55.12.1063
8. Miller MD, Marty MA. Impact of Environmental Chemicals on Lung Development. *Environ Health Perspect.* 2010;118(8):1155-1164. doi:10.1289/ehp.0901856
9. Schultz ES, Hallberg J, Andersson N, et al. Early life determinants of lung function change from childhood to adolescence. *Respir Med.* 2018;139:48-54. doi:10.1016/j.rmed.2018.04.009
10. Dratva J, Zemp E, Dharmage SC, et al. Early Life Origins of Lung Ageing: Early Life Exposures and Lung Function Decline in Adulthood in Two European Cohorts Aged 28-73 Years. *PloS One.* 2016;11(1):e0145127. doi:10.1371/journal.pone.0145127
11. Bui DS, Burgess JA, Lowe AJ, et al. Childhood Lung Function Predicts Adult Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Asthma-Chronic Obstructive Pulmonary Disease Overlap Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;196(1):39-46. doi:10.1164/rccm.201606-1272OC
12. Gauderman WJ, Urman R, Avol E, et al. Association of improved air quality with lung development in children. *N Engl J Med.* 2015;372(10):905-913. doi:10.1056/NEJMoa1414123

13. Sdona E, Hallberg J, Andersson N, et al. Dietary antioxidant intake in school age and lung function development up to adolescence. *Eur Respir J*. 2020;55(2):1900990. doi:10.1183/13993003.00990-2019
14. Seyedrezazadeh E, Moghaddam MP, Ansarin K, Vafa MR, Sharma S, Kolahdooz F. Fruit and vegetable intake and risk of wheezing and asthma: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev*. 2014;72(7):411-428. doi:10.1111/nure.12121
15. Garcia-Larsen V, Del Giacco SR, Moreira A, et al. Asthma and dietary intake: an overview of systematic reviews. *Allergy*. 2016;71(4):433-442. doi:10.1111/all.12800
16. Garcia-Aymerich J, Lange P, Benet M, Schnohr P, Antó JM. Regular physical activity modifies smoking-related lung function decline and reduces risk of chronic obstructive pulmonary disease: a population-based cohort study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007;175(5):458-463. doi:10.1164/rccm.200607-896OC
17. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*. 2020;54(24):1451-1462. doi:10.1136/bjsports-2020-102955
18. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*. 1985;100(2):126-131.
19. American Academy of Pediatrics. *Guidelines for Health Supervision of Infants, Children, and Adolescents: Promoting Healthy Weight*. AAP; 2019.
20. Sociedade Brasileira de Pediatria. *Manual de Orientação: Atividade Física Na Infância e Adolescência*. 3rd ed. SBP; 2016.
21. Janssen I, LeBlanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2010;7(1):40. doi:10.1186/1479-5868-7-40
22. Donnelly JE, Hillman CH, Castelli D, et al. Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children: A Systematic Review. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(6):1197-1222. doi:10.1249/MSS.0000000000000901
23. Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ Can Med Assoc J J Assoc Medicales Can*. 2006;174(6):801-809. doi:10.1503/cmaj.051351
24. Kapoor G, Chauhan P, Singh G, Malhotra N, Chahal A. Physical Activity for Health and Fitness: Past, Present and Future. *J Lifestyle Med*. 2022;12(1):9-14. doi:10.15280/jlm.2022.12.1.9

25. Trajković N, Mitić PM, Barić R, Bogataj Š. Editorial: Effects of physical activity on psychological well-being. *Front Psychol*. 2023;14:1121976. doi:10.3389/fpsyg.2023.1121976
26. Barbosa A, Whiting S, Simmonds P, Scotini Moreno R, Mendes R, Breda J. Physical Activity and Academic Achievement: An Umbrella Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(16):5972. doi:10.3390/ijerph17165972
27. Wu XY, Han LH, Zhang JH, Luo S, Hu JW, Sun K. The influence of physical activity, sedentary behavior on health-related quality of life among the general population of children and adolescents: A systematic review. *PLOS ONE*. 2017;12(11):e0187668. doi:10.1371/journal.pone.0187668
28. Meyer AA, Kundt G, Lenschow U, Schuff-Werner P, Kienast W. Improvement of early vascular changes and cardiovascular risk factors in obese children after a six-month exercise program. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48(9):1865-1870. doi:10.1016/j.jacc.2006.07.035
29. Lugowska K, Kolanowski W. The Impact of Physical Activity at School on Body Fat Content in School-Aged Children. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(19):12514. doi:10.3390/ijerph191912514
30. McKay HA, MacLean L, Petit M, et al. “Bounce at the Bell”: a novel program of short bouts of exercise improves proximal femur bone mass in early pubertal children. *Br J Sports Med*. 2005;39(8):521-526. doi:10.1136/bjsm.2004.014266
31. Conger SA, Toth LP, Cretsinger C, et al. Time Trends in Physical Activity Using Wearable Devices: A Systematic Review and Meta-analysis of Studies from 1995 to 2017. *Med Sci Sports Exerc*. 2022;54(2):288-298. doi:10.1249/MSS.0000000000002794
32. World Health Organization. Physical activity. Published 2022. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
33. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, ed. *Práticas de esporte e atividade física, 2015: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios*. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2017.
34. Dutra GF, Kaufmann CC, Pretto ADB, Albernaz EP. Television viewing habits and their influence on physical activity and childhood overweight. *J Pediatr (Rio J)*. 2015;91:346-351. doi:10.1016/j.jped.2014.11.002
35. Rossi L, Behme N, Breuer C. Physical Activity of Children and Adolescents during the COVID-19 Pandemic—A Scoping Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(21):11440. doi:10.3390/ijerph182111440
36. Chaabna K, Chaabane S, Jithesh A, Doraiswamy S, Mamtani R, Cheema S. Effect of the COVID-19 pandemic on the proportion of physically active children and adults worldwide:

- A systematic review and meta-analysis. *Front Public Health*. 2022;10:1009703. doi:10.3389/fpubh.2022.1009703
37. Puente-Maestu L, Stringer WW. Physical activity to improve health: do not forget that the lungs benefit too. *Eur Respir J*. 2018;51(2). doi:10.1183/13993003.02468-2017
 38. Clanton TL, Dixon GF, Drake J, Gadek JE. Effects of swim training on lung volumes and inspiratory muscle conditioning. *J Appl Physiol Bethesda Md 1985*. 1987;62(1):39-46. doi:10.1152/jappl.1987.62.1.39
 39. Courteix D, Obert P, Lecoq AM, Guenon P, Koch G. Effect of intensive swimming training on lung volumes, airway resistance and on the maximal expiratory flow-volume relationship in prepubertal girls. *Eur J Appl Physiol*. 1997;76(3):264-269. doi:10.1007/s004210050246
 40. Ferreira MS, Marson FAL, Wolf VLW, Ribeiro JD, Mendes RT. Lung function in obese children and adolescents without respiratory disease: a systematic review. *BMC Pulm Med*. 2020;20. doi:10.1186/s12890-020-01306-4
 41. Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol Bethesda Md 1985*. 2010;108(1):206-211. doi:10.1152/japplphysiol.00694.2009
 42. Davidson WJ, Mackenzie-Rife KA, Witmans MB, et al. Obesity negatively impacts lung function in children and adolescents. *Pediatr Pulmonol*. 2014;49(10):1003-1010. doi:10.1002/ppul.22915
 43. Hildebran JN, Goerke J, Clements JA. Surfactant release in excised rat lung is stimulated by air inflation. *J Appl Physiol*. 1981;51(4):905-910. doi:10.1152/jappl.1981.51.4.905
 44. van Doorn N. Exercise programs for children with cystic fibrosis: a systematic review of randomized controlled trials. *Disabil Rehabil*. 2010;32(1):41-49. doi:10.3109/09638280902991842
 45. Welsh L, Kemp JG, Roberts RGD. Effects of physical conditioning on children and adolescents with asthma. *Sports Med Auckl NZ*. 2005;35(2):127-141. doi:10.2165/00007256-200535020-00003
 46. Jing Z, Wang X, Zhang P, et al. Effects of physical activity on lung function and quality of life in asthmatic children: An updated systematic review and meta-analysis. *Front Pediatr*. 2023;11:1074429. doi:10.3389/fped.2023.1074429
 47. Kumar A, Kumar S, Sharma V, et al. Efficacy of Task Oriented Exercise Program Based on Ergonomics on Cobb's Angle and Pulmonary Function Improvement in Adolescent Idiopathic Scoliosis- A Randomized Control Trial. *J Clin Diagn Res JCDR*. 2017;11(8):YC01-YC04. doi:10.7860/JCDR/2017/27497.10335

48. Xavier VB, Avanzi O, de Carvalho BDMC, Alves VLDS. Combined aerobic and resistance training improves respiratory and exercise outcomes more than aerobic training in adolescents with idiopathic scoliosis: a randomised trial. *J Physiother.* 2020;66(1):33-38. doi:10.1016/j.jphys.2019.11.012
49. Khalili MA, Elkins MR. Aerobic exercise improves lung function in children with intellectual disability: a randomised trial. *Aust J Physiother.* 2009;55(3):171-175. doi:10.1016/s0004-9514(09)70077-7
50. Suman OE, Mlcak RP, Herndon DN. Effect of exercise training on pulmonary function in children with thermal injury. *J Burn Care Rehabil.* 2002;23(4):288-293; discussion 287. doi:10.1097/00004630-200207000-00013
51. Mustafaoglu R, Demir R, Yigit Z. Effects of core stabilization exercises on pulmonary function, respiratory muscle strength, and functional capacity in adolescents with substance use disorder: Randomized controlled trial. *Pediatr Pulmonol.* 2019;54. doi:10.1002/ppul.24330
52. Roda C, Mahmoud O, Peralta GP, et al. Physical-activity trajectories during childhood and lung function at 15 years: findings from the ALSPAC cohort. *Int J Epidemiol.* 2020;49(1):131-141. doi:10.1093/ije/dyz128
53. Wehrmeister FC, Silva BCG, Perez-Padilla R, et al. Is there a direct effect of physical activity on lung function gain in adolescents? The 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort. *Eur Respir J.* 2016;48(suppl 60). doi:10.1183/13993003.congress-2016.OA287
54. Hancox RJ, Rasmussen F. Does physical fitness enhance lung function in children and young adults? *Eur Respir J.* 2018;51(2). doi:10.1183/13993003.01374-2017
55. Smith MP, von Berg A, Berdel D, et al. Physical activity is not associated with spirometric indices in lung-healthy German youth. *Eur Respir J.* 2016;48(2):428-440. doi:10.1183/13993003.01408-2015
56. Eijkemans M, Mommers M, Remmers T, Draaisma JMT, Prins MH, Thijs C. Physical activity and asthma development in childhood: Prospective birth cohort study. *Pediatr Pulmonol.* 2020;55(1):76-82. doi:10.1002/ppul.24531
57. Rosenkranz SK, Rosenkranz RR, Hastmann TJ, Harms CA. High-intensity training improves airway responsiveness in inactive nonasthmatic children: evidence from a randomized controlled trial. *J Appl Physiol Bethesda Md 1985.* 2012;112(7):1174-1183. doi:10.1152/japplphysiol.00663.2011
58. Bovard JM, Welch JF, Houghton KM, McKenzie DC, Potts JE, Sheel AW. Does competitive swimming affect lung growth? *Physiol Rep.* 2018;6(15):e13816. doi:10.14814/phy2.13816

59. Kalkan MK, Daglioglu O. The Effects of 8-Week Aerobic Training Program on Respiratory and Circulatory Parameters of Female Swimmers Between 12-14 Years Old. *J Educ Train Stud.* 2018;6(12):202-207. doi:10.11114/jets.v6i12.3745
60. WHO WHO. Obesity and overweight. Published 2020. Accessed March 25, 2021. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
61. Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet.* 2017;390(10113):2627-2642. doi:10.1016/S0140-6736(17)32129-3
62. Farah CS, Salome CM. Asthma and obesity: A known association but unknown mechanism. *Respirology.* 2012;17(3):412-421. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2011.02080.x>
63. Mallory GB, Fiser DH, Jackson R. Sleep-associated breathing disorders in morbidly obese children and adolescents. *J Pediatr.* 1989;115(6):892-897. doi:10.1016/s0022-3476(89)80738-3
64. Pulgarón ER. Childhood Obesity: A Review of Increased Risk for Physical and Psychological Co-morbidities. *Clin Ther.* 2013;35(1):A18-A32. doi:10.1016/j.clinthera.2012.12.014
65. Li A, Chan D, Wong E, Yin J, Nelson E, Fok T. The effects of obesity on pulmonary function. *Arch Dis Child.* 2003;88(4):361-363. doi:10.1136/ad.88.4.361
66. Spathopoulos D, Paraskakis E, Trypsianis G, et al. The effect of obesity on pulmonary lung function of school aged children in Greece. *Pediatr Pulmonol.* 2009;44(3):273-280. doi:10.1002/ppul.20995
67. King GG, Brown NJ, Diba C, et al. The effects of body weight on airway calibre. *Eur Respir J.* 2005;25(5):896-901. doi:10.1183/09031936.05.00104504
68. Watson RA, Pride NB. Postural changes in lung volumes and respiratory resistance in subjects with obesity. *J Appl Physiol Bethesda Md 1985.* 2005;98(2):512-517. doi:10.1152/japplphysiol.00430.2004
69. Inselma LS, Milanese A, Deurloo A. Effect of obesity on pulmonary function in children. *Pediatr Pulmonol.* 1993;16(2):130-137. doi:10.1002/ppul.1950160209
70. Headid Iii RJ, Park SY. The impacts of exercise on pediatric obesity. *Clin Exp Pediatr.* 2021;64(5):196-207. doi:10.3345/cep.2020.00997
71. Azad A, Gharakhanlou R, Niknam A, Ghanbari A. Effects of aerobic exercise on lung function in overweight and obese students. *Tanaffos.* 2011;10(3):24-31.

72. Mendelson M, Michallet AS, Estève F, et al. Ventilatory responses to exercise training in obese adolescents. *Respir Physiol Neurobiol*. 2012;184(1):73-79. doi:10.1016/j.resp.2012.08.001
73. Forno E, Han YY, Mullen J, Celedón JC. Overweight, obesity, and lung function in children and adults – a meta-analysis. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2018;6(2):570-581.e10. doi:10.1016/j.jaip.2017.07.010
74. Jones MH, Roncada C, Fernandes MTC, et al. Asthma and Obesity in Children Are Independently Associated with Airway Dysanapsis. *Front Pediatr*. 2017;5:270. doi:10.3389/fped.2017.00270
75. Forno E, Weiner DJ, Mullen J, et al. Obesity and Airway Dysanapsis in Children with and without Asthma. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(3):314-323. doi:10.1164/rccm.201605-1039OC
76. Hegewald MJ, Crapo RO. Socioeconomic status and lung function. *Chest*. 2007;132(5):1608-1614. doi:10.1378/chest.07-1405
77. Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of “sedentary.” *Exerc Sport Sci Rev*. 2008;36(4):173-178. doi:10.1097/JES.0b013e3181877d1a
78. Biddle SJ, Gorely T, Marshall SJ, Murdey I, Cameron N. Physical activity and sedentary behaviours in youth: issues and controversies. *J R Soc Promot Health*. 2004;124(1):29-33. doi:10.1177/146642400312400110
79. Tremblay MS, LeBlanc AG, Kho ME, et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011;8(1):98. doi:10.1186/1479-5868-8-98
80. Cordova-Rivera L, Gibson PG, Gardiner PA, Powell H, McDonald VM. Physical Activity and Exercise Capacity in Severe Asthma: Key Clinical Associations. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2018;6(3):814-822. doi:10.1016/j.jaip.2017.09.022
81. Doggett N, Dogra S. Physical inactivity and television-viewing time among Aboriginal adults with asthma: a cross-sectional analysis of the Aboriginal Peoples Survey. *Health Promot Chronic Dis Prev Can Res Policy Pract*. 2015;35(3):54-61. doi:10.24095/hpcdp.35.3.02
82. Sherriff A, Maitra A, Ness AR, et al. Association of duration of television viewing in early childhood with the subsequent development of asthma. *Thorax*. 2009;64(4):321-325. doi:10.1136/thx.2008.104406
83. Chen Y, Rennie D, Cormier YF, Dosman J. Waist circumference is associated with pulmonary function in normal-weight, overweight, and obese subjects. *Am J Clin Nutr*. 2007;85(1):35-39. doi:10.1093/ajcn/85.1.35

84. Rey-López JP, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, et al. Physical activity does not attenuate the obesity risk of TV viewing in youth. *Pediatr Obes*. 2012;7(3):240-250. doi:10.1111/j.2047-6310.2011.00021.x
85. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, et al. Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;200(8):e70-e88. doi:10.1164/rccm.201908-1590ST
86. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-338. doi:10.1183/09031936.05.00034805
87. Cooper BG, Stocks J, Hall GL, et al. The Global Lung Function Initiative (GLI) Network: bringing the world's respiratory reference values together. *Breathe*. 2017;13(3):e56-e64. doi:10.1183/20734735.012717

ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA SAÚDE DE ESCOLARES DO ENSINO FUNDAMENTAL DO SUL DO BRASIL

Pesquisador: ELIANA MARCIA DA ROS WENDLAND

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 70213717.1.1001.5345

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.343.173

Apresentação do Projeto:

AVALIAÇÃO DA SAÚDE DE ESCOLARES DO ENSINO FUNDAMENTAL DO SUL DO BRASIL

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a prevalência dos principais problemas de saúde em crianças e adolescentes que frequentam a escola (2º ao 9º ano).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios estão bem claros no TCLE e são os seguintes:

Riscos:

Os participantes envolvidos no estudo estarão submetidos aos possíveis riscos inerentes ao exame odontológico, às necessidades de procedimentos de odontologia minimamente invasiva e ao exame de coleta de hemoglobina capilar. Durante a realização do exame de hemoglobina capilar poderá ocorrer sangramento, que será manejado por enfermeira capacitada através de técnica padrão (compressão), bem como poderá ocorrer pequeno hematoma local.

Benefícios:

Os benefícios que se espera com o estudo são um melhor entendimento dos problemas apresentados pelos estudantes do município e fim de se planejar melhorias futuras para estes estudantes e os dados poderão ser utilizados para orientar as políticas públicas, nas áreas estudadas, no município.

Endereço: Rua Sarmento Leite ,245

Bairro: Sarmento

CEP: 90.050-170

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3303-8804

E-mail: cep@ufcspa.edu.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE**



Continuação do Parecer: 2.343.173

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é bem descrita, com materiais e métodos pertinentes ao desenvolvimento do estudo e adequados ao cronograma.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados e estão adequados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Carta de anuência apresentada.

Considerações Finais a critério do CEP:

De acordo com o parecer do Relator.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_926999.pdf	06/10/2017 23:11:17		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_Anuencia.pdf	06/10/2017 23:10:43	Larissa Edom Bandeira	Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA.pdf	09/08/2017 20:48:03	Larissa Edom Bandeira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	APENDICE_E_TCLE_novo.pdf	09/08/2017 20:47:26	Larissa Edom Bandeira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	2017_Projeto_Inquerito_EV.docx	13/06/2017 17:19:13	ELIANA MARCIA DA ROS WENDLAND	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	APENDICE_F_Termo_Assentimento.pdf	07/06/2017 18:38:31	Larissa Edom Bandeira	Aceito
Outros	APENDICE_D_Ficha_Coleta_Exame_Bucal.pdf	07/06/2017 18:37:29	Larissa Edom Bandeira	Aceito
Outros	APENDICE_C_Ficha_Coleta_Indicadores_Saude.pdf	07/06/2017 18:36:32	Larissa Edom Bandeira	Aceito
Outros	APENDICE_B_Questionario_Adolescentes.pdf	07/06/2017 18:35:51	Larissa Edom Bandeira	Aceito
Outros	APENDICE_A_Questionario_Familiares.pdf	07/06/2017 18:35:24	Larissa Edom Bandeira	Aceito

Endereço: Rua Sarmento Leite, 245

Bairro: Sarmento

CEP: 90.050-170

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3303-8804

E-mail: cep@ufcspa.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



Continuação do Parecer: 2.343.173

Outros	ANEXO_1_Questionario_Criancas_CAA FE.pdf	07/06/2017 18:26:33	Larissa Edom Bandeira	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	07/06/2017 18:24:42	Larissa Edom Bandeira	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	07/06/2017 18:24:35	Larissa Edom Bandeira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Compromisso.pdf	25/05/2017 01:43:03	Larissa Edom Bandeira	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	23/05/2017 17:49:13	Larissa Edom Bandeira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 23 de Outubro de 2017

Assinado por:

Julia Fernanda Semmelmann Pereira Lima
(Coordenador)

ANEXO B - Normas dos periódicos de submissão dos artigos

Periódico	Endereço eletrônico para acessar as normas
Pediatric Exercise Science	https://journals.humankinetics.com/view/journals/pes/pes-overview.xml?tab_body=author-guidelines
Journal of Sport and Health Science	https://www.elsevier.com/journals/journal-of-sport-and-health-science/2095-2546/guide-for-authors

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar deste projeto porque você é responsável por um aluno que estuda nesta escola.

Qual o objetivo do estudo?

O objetivo do estudo é avaliar a prevalência dos principais problemas de saúde em crianças e adolescentes que frequentam o ensino fundamental (2ª a 9ª ano).

A importância do estudo justifica-se em avaliar com mais detalhe os problemas relacionados a saúde dos escolares afim de obter dados que sirvam de subsídio para planejamento dos serviços de saúde da cidade de Estância Velha/RS.

O estudo está sendo realizado pela Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre e pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e conta com a parceria da Prefeitura Municipal de Estância Velha.

Concordando em participar, você deverá responder um questionário, com duração estimada de 30 minutos, composto por questões sobre a maneira como você vive e por perguntas relacionadas ao estado de saúde, alimentação e atividade física da criança/adolescente pelo qual você é responsável.

O estudante também responderá a um questionário, será avaliado quanto a sua saúde bucal, através de um exame da boca, e será pesado e medido para avaliar o estado nutricional e gordura corporal. Além disso, será medida a pressão arterial, efetuado um teste da capacidade respiratória (espirometria) e realizado um exame na ponta do dedo para avaliar a presença de anemia.

Se você sentir algum desconforto em responder alguma pergunta, poderá optar por não responder, assim como o estudante. As medidas de avaliação do estado nutricional, capacidade respiratória (soprar no aparelho chamado espirômetro) e pressão arterial não causam nenhum desconforto. Para realizar o exame de verificação de anemia, uma gota de sangue será coletada da ponta de um dos dedos da mão. No local da picada, poderá haver um pequeno sangramento e o dedo poderá ficar um pouco dolorido na hora da coleta, não devendo causar outros desconfortos. O exame da cavidade bucal será feito na própria escola, em local designado para tal. Será utilizado um jato de ar para secar os dentes, que serão avaliados com um instrumento com ponta arredondada. Serão efetuadas medições de alguns pontos da cavidade bucal, que não devem causar desconforto. Também será realizado um exame da gengiva que poderá gerar sangramento e levedesconforto.

Sua participação e a do estudante é voluntária e a sua recusa em participar não trará nenhum prejuízo a maneira como você ou ele são tratados na escola. Mesmo você autorizando, só serão feitas as medidas se o estudante também autorizar. Mesmo após a sua autorização ou a do estudante, você ou ele poderão retirar o seu consentimento sem qualquer prejuízo. Além disso, os participantes terão direito à indenização, por parte dos pesquisadores, por eventuais danos comprovadamente decorrentes da pesquisa.

Os benefícios que se espera com o estudo são um melhor entendimento dos problemas apresentados

pelos estudantes do município e fim de se planejar melhorias futuras para estes estudantes.

Você não terá nenhum custo para a participação neste estudo e todas as informações que você ou o estudante derem serão mantidas anônimas pela equipe do estudo, sendo os dados apresentados a prefeitura ou em artigos e eventos científicos, sem qualquer identificação.

Caso você tenha novas perguntas sobre este estudo, poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável Prof. Dra. Eliana Wendland, pelo e-mail elianaw@ufcspa.edu.br ou pelo telefone (51) 3303-9000 (Departamento de Saúde Coletiva).

Além disso, você poderá buscar informações no Comitê de Ética em Pesquisa da UFCSPA, situado na Rua Sarmento Leite, nº 245 - bairro Centro, telefone (51) 3303- 8804. Ou também, no Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, situado na Avenida Paulo Gama, nº 110, sala 317 – Campus Centro, telefone (51) 3308-3738.

Após a leitura e a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, você receberá uma via do documento e a outra ficará com o pesquisador.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, (nomedoresponsável) _____, recebi as informações sobre os objetivos e a importância desta pesquisa de forma clara e concordo em participar do estudo. Declaro que recebi cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, ficando outra via com o pesquisador.

Contato do Pesquisador: Telefone (51) 3303-9000 (Departamento de Saúde Coletiva) E-mail: elianaw@ufcspa.edu.br. Endereço Rua Sarmento Leite, nº 245 - bairro Centro.

Nome do responsável Assinatura do responsável Data

X _____

Nome

Assinatura do pesquisador

Data

Eliana Wendland [Assinatura] 25/06/2018

Caso o participante não saiba ler ou não possa por algum motivo:

Este formulário foi lido para __ em // _____ por _____ (pesquisador) enquanto eu estava presente.

Assinatura do testemunha: _____

Nome: _____

Data: // _____

APÊNDICE B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Olá! Você é muito importante para nós, por isso, estamos te convidando para participar da nossa pesquisa.

Você e seus colegas irão responder a um questionário, após isso, os dentistas irão avaliar a saúde da sua boca.



Você será pesado e medido. Vamos pedir que você sopre num aparelho para medir a capacidade dos seus pulmões. Vamos também tirar um gotinho de sangue do seu dedo, para ver se você tem anemia, e vamos ver a sua pressão.



Você só participa se você quiser.

Você pode perguntar mais sobre o estudo para a sua professora ou para os pesquisadores.

Eu, _____,
aceito participar da pesquisa.

Data: ____/____/____

Assinatura: _____

APÊNDICE C - Questionário para os pais ou responsáveis

 AVALIAÇÃO DA SAÚDE DE ESCOLARES DO ENSINO FUNDAMENTAL DO SUL DO BRASIL 			
Data da coleta	/ /	Nº do questionário	
Nome da Escola	Turma		
QUESTIONÁRIO PARA O RESPONSÁVEL ➤ ESTE QUESTIONÁRIO TEM COMO OBJETIVO OBTER DADOS SOBRE A SAÚDE E O BEM-ESTAR DE ESCOLARES DA CIDADE DE ESTÂNCIA VELHA. ➤ AS INFORMAÇÕES COLETADAS SERÃO MANTIDAS EM SIGILO E APENAS UTILIZADAS PARA FIM DE PESQUISA. ➤ OS DADOS SERVIRÃO DE SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO DE SERVIÇOS DE SAÚDE DA CIDADE. “POR FAVOR, LEIA ATENTAMENTE A TODAS AS PERGUNTAS. NÃO DEIXE NENHUMA PERGUNTA EM BRANCO E ESCREVA DE FORMA LEGÍVEL.” PARA INICIAR, GOSTARÍAMOS DE SABER UM POUCO SOBRE VOCÊ			
A.1	Qual o SEU nome completo? (ESCREVA COM LETRAS MAIÚSCULAS, NÃO ABREVEIE) _____		
A.2	O que você é da criança / adolescente? ☐ Mãe ☐ Pai ☐ Avó/Avô ☐ Irmão/Irmã ☐ Outro, especifique: _____		
A.3	Qual a SUA data de nascimento? (POR EXEMPLO: 05/05/1999) _____ / _____ / _____ Dia Mês Ano		
A.4	Como você se classificaria a respeito da SUA cor ou raça? ☐ Branca ☐ Preta ☐ Parda (Mulata, cabocla, cafuza, mameluca ou mestiça de preto com pessoa de outra cor/raça) ☐ Amarela (Origem japonesa, chinesa, coreana, etc.) ☐ Indígena ☐ Não sabe / Não quer responder		
A.5	Qual o seu endereço? (ESCREVA COM LETRAS MAIÚSCULAS, NÃO ABREVEIE) Endereço: _____ Número: _____ Complemento: _____ Bairro: _____ CEP: _____		
A.6	Qual o seu telefone para contato? Telefone 1: () _____ De quem é? _____ Telefone 2: () _____ De quem é? _____		
A.7	Quem é a pessoa de referência da casa / chefe de família? ☐ Eu mesmo ☐ Esposa/Mulher ☐ Companheiro/esposo ☐ Avó/Avô ☐ Outro: _____		
A.8	Até que série o chefe da família estudou ou estuda? ☐ Analfabeto / Fundamental I (até a 5ª série) incompleto		

	☐ Fundamental I (até 5ª série) completo / Fundamental II (até 8ª série) incompleto ☐ Fundamental II (até 8ª série) completo / Médio (2º grau) incompleto ☐ Médio (2º grau) completo / Superior incompleto ☐ Superior completo ☐ Não sabe / Não quer responder
A.9	Qual é a renda familiar mensal? (Ou seja, a soma dos rendimentos de todas as pessoas da casa inclusive pensão) - SOMENTE PARA FINS DE PESQUISA! ☐ Até 1 salário mínimo (R\$ 937,00) ☐ Entre 2 e 3 salários mínimos (R\$ 1.874,00 – 2.811,00) ☐ Entre 4 e 5 salários mínimos (R\$ 3.748,00– 4.685,00) ☐ Mais de 5 a 10 salários mínimos (R\$ 4.685,00 – 9.370,00) ☐ Entre 10 e 20 salários mínimos (R\$ 9.370,00 – 18.740,00) ☐ Mais de 20 salários mínimos (mais de R\$ 18.740,00) ☐ Não sabe / Não quer responder
A.10	Quantas pessoas vivem dessa renda? (INCLUINDO VOCÊ) ☐ Uma ☐ Duas ☐ Três ☐ Quatro ou mais
A.11	Você possui Bolsa Família? ☐ Sim ☐ Não
A.12	A criança / adolescente possui algum plano de saúde? ☐ Sim ☐ Não
A.13	Em qual Unidade de Saúde você busca atendimento quando precisa? ☐ Nenhuma ☐ Unidade: _____
A.14	Você fuma? ☐ Não fumo ☐ Sim. Comecei a fumar com _____ anos
A.15	Quantos cigarros você fuma, em média, por dia? ☐ Menos de 5 cigarros ☐ 5 a 10 cigarros ☐ Mais de 10 cigarros
A.16	Quantas pessoas que moram com você fumam? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ mais de 5 ☐ nenhuma, só eu
A.17	Elas fumam dentro de casa? ☐ Sim ☐ Não ☐ Ninguém fuma
A.18	Na sua casa tem fogão a lenha? ☐ Sim ☐ Não
A.19	Na sua casa tem lareira? ☐ Sim ☐ Não
AGORA, GOSTARÍAMOS DE SABER UM POUCO SOBRE O LOCAL ONDE VOCÊ E SUA FAMÍLIA MORAM	
B.1	Sua casa possui água encanada? ☐ Sim ☐ Não
B.2	Sua rua é pavimentada (asfaltada / calçamento)? ☐ Sim ☐ Não
B.3	Quantas pessoas moram em sua casa? (INCLUINDO VOCÊ) ☐ Uma ☐ Duas ☐ Três ☐ Quatro ou mais

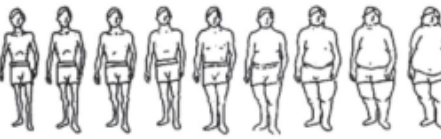
B.4	Gostaríamos que você marcasse qual a quantidade de cada item abaixo você possui em sua casa:					
	BANHEIRO	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]
	EMPREGADOS DOMÉSTICOS (apenas mensalistas)	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]
	AUTOMÓVEIS (apenas veículo de passeio)	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]
	MICROCOMPUTADOR/NOTEBOOK	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]
	LAVA LOUÇA (não considerar tanquinho)	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]
	GELADEIRA (Considerar duplex)	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]
	FREEZER	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]
	LAVA ROUPA	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]
	DVD	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]
	MICROONDAS	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]
	MOTOCICLETA (apenas passeio / uso pessoal)	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]
	SECADORA DE ROUPA	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]
AGORA, GOSTARÍAMOS DE SABER UM POUCO SOBRE A CRIANÇA / ADOLESCENTE QUE VOCÊ É RESPONSÁVEL						
C.1	Qual o nome completo da criança / adolescente? (ESCREVA COM LETRAS MAIÚSCULAS, NÃO ABREVEIE) _____					
C.2	Qual a data de nascimento da criança / adolescente? (POR EXEMPLO: 05/05/1999) _____/_____/_____ Dia Mês Ano					
C.3	Em que ano escolar a criança / adolescente está frequentando? [] 2º ano [] 3º ano [] 4º ano [] 5º ano [] 6º ano [] 7º ano [] 8º ano [] 9º ano					
C.4	Qual o sexo da criança / adolescente? [] Masculino [] Feminino					
C.5	A criança / adolescente fuma? [] Sim [] Não [] Já experimentou [] Nunca experimentou [] Não sei					
C.6	A criança / adolescente toma bebida alcoólica? [] Sim [] Não [] Já experimentou [] Nunca experimentou [] Não sei					
C.7	A criança / adolescente faz uso de alguma droga (maconha, cocaína, crack, etc.)? [] Sim [] Não [] Já experimentou [] Nunca experimentou [] Não sei					
C.8	A criança / adolescente nasceu com alguma doença? [] Sim [] Não Qual? _____					
C.9	A criança / adolescente teve alguma doença após o nascimento? [] Sim [] Não Qual? _____					
C.10	A criança / adolescente tem alguma doença crônica? [] Não [] Asma/bronquite [] Diabetes [] Tem outra doença. Qual? _____					
C.11	A asma ou bronquite foi confirmada por um médico? [] Sim [] Não [] Não tem asma/bronquite					

C.12	A criança / adolescente teve alguma doença no último ano que a impedisse de ir à escola por mais de 3 dias? [] Sim [] Não Qual? _____
C.13	A criança / adolescente toma alguma medicação diariamente ou frequentemente? [] Sim [] Não
	Se sim, qual(is) medicação?
	Todos os dias: _____ Às vezes: _____
C.14	A criança já foi diagnosticada com Transtorno Global de Desenvolvimento (Autismo, Asperger, Rett)? [] Sim [] Não [] Não sei
C.15	A criança já foi diagnosticada com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade? [] Sim [] Não [] Não sei
AGORA, GOSTARÍAMOS DE SABER SOBRE O NASCIMENTO, A AMAMENTAÇÃO E A INTRODUÇÃO ALIMENTAR DA CRIANÇA / ADOLESCENTE QUE VOCÊ É RESPONSÁVEL	
D.1	Qual o peso da criança / adolescente ao nascer? _____ g [] Não lembro
D.2	Com quantas semanas de gestação a criança / adolescente nasceu? [] Menos de 37 semanas [] 37-42 semanas [] Mais de 42 semanas [] Não lembro
D.3	Qual foi o tipo de parto? [] Vaginal [] Cesária [] Não sei
D.4	A amamentação da criança / adolescente foi exclusiva (SEM água, chás, frutas, leite, fórmulas infantis e etc.), até os 6 meses de vida? [] Sim [] Não [] Não lembro
D.5	Por quantos meses ao total a criança / adolescente foi amamentado? [] Não foi amamentado [] 0-3 meses [] 4-6 meses [] 6-9 meses [] 9-12 meses [] Mais de 12 meses [] Não lembro
D.6	A criança / adolescente fez uso de bicos/chupetas? [] Sim [] Não [] Não lembro
D.7	Se, sim até que idade? [] 0-3 meses [] 3-6 meses [] 6-9 meses [] 9-12 meses [] Mais de 12 meses [] Não lembro
D.8	A criança / adolescente fez uso mamadeira? [] Sim [] Não [] Não lembro
D.9	Se, sim até que idade? [] 0-3 meses [] 3-6 meses [] 6-9 meses [] 9-12 meses [] Mais de 12 meses [] Não lembro
D.10	Com quantos meses o bebê iniciou com a introdução alimentar? _____ meses [] Não lembro

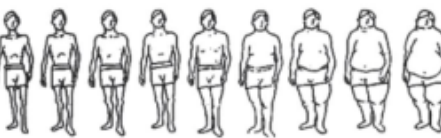
D.11	Quais foram os primeiros alimentos que você ofereceu para criança / adolescente na introdução alimentar? (PODE MARCAR MAIS DE UMA OPÇÃO) ☐ Frutas ☐ Suco de fruta ☐ Leite de vaca ☐ Vegetais/legumes ☐ Arroz ☐ Batata ☐ Feijão ☐ Lentilha ☐ Macarrão ☐ Iogurte ☐ Água ☐ Mel ☐ Outros, quais? _____
AGORA, GOSTARÍAMOS DE SABER SOBRE A ALIMENTAÇÃO E ROTINA DA CRIANÇA / ADOLESCENTE QUE VOCÊ É RESPONSÁVEL	
E.1	Em quantos dias da semana a criança / adolescente costuma comer frutas e verduras? ☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não come
E.2	Em quantos dias da semana a criança / adolescente costuma comer doces (bala, chicle, pirulito, picolé, chocolate, bolos, bolacha recheada)? ☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não come
E.3	Quantas garrafas de óleo você utiliza no mês? ☐ Uma ☐ Duas ☐ Três ☐ Quatro ou mais ☐ Não sei ☐ Não uso óleo/azeite para cozinhar
E.4	Em quantos dias da semana a criança / adolescente costuma comer pães, queijos, produtos em conserva (tipo frutas enlatadas como pêssego e abacaxi, ervilha, pepino e milho em latinha)? ☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não come
E.5	Em quantos dias da semana a criança / adolescente costuma comer macarrão instantâneo, salgadinho, iogurte tipo <i>petit suisse</i> (exemplo: Danoninho), gelatina, suco em pó, hambúrgueres, salsichas, presunto)? ☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não come
E.6	Em quantos dias da semana a criança / adolescente costuma comer leites e laticínios? (leite, queijo, iogurte) ☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não come
E.7	Em quantos dias da semana a criança / adolescente costuma tomar refrigerante, suco de caixinha e suco em pó? ☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não come
E.8	Em quantos dias da semana a criança / adolescente costuma comer verduras e hortaliças? ☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não come
E.9	Quantas refeições por dia a criança / adolescente costuma fazer em frente à televisão ou ao computador? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ou mais ☐ Nenhuma/não come em frente à televisão/computador
E.10	Onde você costuma comprar frutas, verduras e legumes? ☐ Fruteira ☐ Feira do Agricultor ☐ Supermercado ☐ Tenho horta em casa ☐ Outro local ☐ Não compro

E.11	Perto de sua casa tem mercados, fruteiras, feirinhas do agricultor? [] Sim [] Não [] Não sei
E.12	Você compra alimentos orgânicos? [] Sim [] Não
E.13	A criança / adolescente costuma te ajudar no preparo das refeições? [] Quase sempre [] Muitas vezes [] Às vezes [] Poucas vezes [] Nunca
E.14	Onde você busca receitas novas? [] Internet [] Livros [] Curso [] Outro [] Não busco
E.15	Você costuma planejar o cardápio semanal com antecedência? [] Quase sempre [] Muitas vezes [] Às vezes [] Poucas vezes [] Nunca
E.16	Se a criança / adolescente come fora de casa, onde ele(a) costuma comer? [] Faz todas as refeições em casa [] Restaurante a Kg [] Cantina da escola [] Lancheria [] Outro local: _____
E.17	Você costuma conversar com a criança / adolescente sobre alimentação? [] Quase sempre [] Muitas vezes [] Às vezes [] Poucas vezes [] Nunca
E.18	Quantas horas por dia a criança / adolescente passa na escola? [] Menos de 3h [] 3-6 horas [] 6-9 horas [] 9-12 horas [] Mais de 12 horas
E.19	Nos dias úteis da semana, quantas horas em média ele(a) fica em frente à TV/computador? [] 0-1 hora [] 1-3 horas [] 3-5 horas [] Mais que 5 horas
E.20	Nos finais de semana, quantas horas em média ele(a) fica em frente à TV/computador? [] 0-1 hora [] 1-3 horas [] 3-5 horas [] Mais que 5 horas
AGORA, RESPONDA DE ACORDO COM A SUA EXPERIÊNCIA PESSOAL, O QUE VOCÊ PENSA SOBRE A ALIMENTAÇÃO DA CRIANÇA/ADOLESCENTE	
F.1	Estou preocupado com peso dele(a)? [] Quase sempre [] Muitas vezes [] Às vezes [] Poucas vezes [] Nunca
F.2	Não consigo controlar o que ele(a) come em casa? [] Quase sempre [] Muitas vezes [] Às vezes [] Poucas vezes [] Nunca
F.3	Conseguo controlar o que ele(a) come em casa? [] Quase sempre [] Muitas vezes [] Às vezes [] Poucas vezes [] Nunca
F.4	Sou capaz de fazer com que ele(a) tenha uma alimentação saudável? [] Quase sempre [] Muitas vezes [] Às vezes [] Poucas vezes [] Nunca
F.5	Considero que ele(a), para a sua idade e altura, tem: [] Peso a menos [] Peso normal [] Peso a mais
F.6	Na maior parte das refeições, a criança / adolescente come uma comida diferente: [] Raramente ou nunca [] Quase nunca [] Às vezes [] Quase sempre [] Sempre

QUAL FIGURA ABAIXO SE PARECE MAIS COM CORPO DA CRIANÇA / ADOLESCENTE? (Circule a figura abaixo que lhe parecer mais apropriada)

G.1	 1 2 3 4 5 6 7 8 9
	 1 2 3 4 5 6 7 8 9

QUAL FIGURA ABAIXO VOCÊ ACHA QUE REPRESENTA O CORPO QUE A CRIANÇA / ADOLESCENTE DEVERIA TER? (Circule a imagem que lhe parecer mais apropriada)

G.2	 1 2 3 4 5 6 7 8 9
	 1 2 3 4 5 6 7 8 9

AGORA, GOSTARÍAMOS DE SABER SOBRE ATIVIDADES FÍSICAS QUE A CRIANÇA / ADOLESCENTE REALIZA HABITUALMENTE

H.1	Como a criança / adolescente vai de casa para a escola e retorna para casa? ☐ Andando ☐ Bicicleta/Skate ☐ Ônibus/Lotação ☐ Carro/moto/Van escolar ☐ Outro: _____
H.2	Qual é a duração normal do trajeto para ir de casa até a escola? _____ minutos
H.3	Quantas aulas de educação física a criança / adolescente faz na escola por semana? ☐ Nenhuma ☐ 1 vez por semana ☐ 2 vezes por semana ☐ 3 vezes por semana
H.4	Comparado a outras crianças / adolescentes da mesma idade, como você classificaria (julgaria) o nível de atividade física do(a) sua criança/adolescente? ☐ MUITO ATIVO, demonstra energia e vigor e está sempre envolvido em jogos e brincadeiras ☐ ATIVO, participa regularmente de jogos, brincadeiras e esportes ☐ POUCO ATIVO, participa eventualmente (às vezes) de jogos, brincadeiras e esportes ☐ INATIVO, não participa de jogos, brincadeiras, exercícios e esportes
H.5	A criança / adolescente faz alguma outra atividade física regularmente? (Como esportes, dança, artes marciais, etc.) ☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei

H.6	A criança / adolescente pratica alguma atividade física <u>INTENSA</u> = que o deixa cansado, com a respiração difícil ou o coração acelerado (correr, fazer ginástica aeróbica, futebol, pedalar rápido na bicicleta, outro – descreva): Tipo de exercício: _____, _____ minutos por dia, _____ vezes por semana
H.7	A criança / adolescente pratica alguma atividade física <u>MODERADA</u> = que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar um pouco mais forte que o normal (pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, jogar vôlei recreativo, outro – descreva): Tipo de exercício: _____, _____ minutos por dia, _____ vezes por semana
H.8	A criança / adolescente pratica alguma atividade física <u>LEVE</u> = que não o deixa muito cansado, nem com a respiração difícil ou com o coração muito acelerado (caminhar, outro – descreva): Tipo de exercício: _____, _____ minutos por dia, _____ vezes por semana
H.9	Quanto tempo a criança / adolescente passa assistindo TV, jogando videogame e/ou usando o computador/celular, durante a semana (de segunda a sexta-feira)? _____ horas por dia
H.10	Quanto tempo a criança / adolescente passa assistindo TV, jogando videogame e/ou usando o computador/celular, nos finais de semana (sábado e domingo)? _____ horas por dia
H.11	Quanto tempo a criança / adolescente passa conversando ao telefone (por <i>Whatsapp</i> ou falando)? _____ horas por dia, _____ horas por semana
AGORA, GOSTARÍAMOS DE SABER SOBRE A SAÚDE BUCAL DA CRIANÇA/ADOLESCENTE	
I.1	A criança / adolescente já teve alguma consulta com o dentista? [] Sim. Quando: _____ dias Onde: _____ Motivo: _____ [] Não

OBRIGADO PELA SUA PARTICIPAÇÃO EM NOSSA PESQUISA!

SUA AJUDA SERÁ DE EXTREMA IMPORTÂNCIA PARA QUE POSSAMOS AUXILIAR NO PLANEJAMENTO DE SERVIÇOS DE SAÚDE DAS CRIANÇAS/ADOLESCENTES DA SUA CIDADE.

EQUIPE DE PESQUISA

APÊNDICE D – Questionário para o adolescente

		AVALIAÇÃO DA SAÚDE DE ESCOLARES DO ENSINO FUNDAMENTAL DO SUL DO BRASIL			
Data da coleta		/ /		Nº do questionário	
Nome da Escola				Turma	
<u>QUESTIONÁRIO PARA ADOLESCENTES</u> <i>“POR FAVOR, LEIA ATENTAMENTE A TODAS AS PERGUNTAS. NÃO DEIXE NENHUMA PERGUNTA EM BRANCO E ESCREVA DE FORMA LEGÍVEL.”</i> INICIALMENTE, GOSTARÍAMOS DE SABER UM POUCO SOBRE VOCÊ					
A.1	Qual o seu nome completo? (ESCREVA COM LETRAS MAIÚSCULAS, NÃO ABREVEIE) _____				
A.2	Qual a sua data de nascimento? (POR EXEMPLO: 05/05/1999) _____ / _____ / _____ Dia Mês Ano				
A.3	Qual o seu sexo? ☐ Masculino ☐ Feminino				
A.4	Qual o nome completo da sua mãe? (ESCREVA COM LETRAS MAIÚSCULAS, NÃO ABREVEIE) _____				
A.5	Qual o nome completo do seu pai? (ESCREVA COM LETRAS MAIÚSCULAS, NÃO ABREVEIE) _____				
A.6	Você tem irmãos? Se sim, quantos? ☐ Não tenho ☐ Um ☐ Dois ☐ Três ☐ Quatro ou mais				
A.7	Qual o número do seu telefone? () _____ ☐ Não tenho telefone				
A.8	Qual o seu e-mail e/ou Facebook? _____ ☐ Não tenho e-mail e/ou Facebook				
A.9	Você fuma ou já fumou? ☐ Sim, fumo ☐ Não fumo ☐ Já experimentei ☐ Nunca experimentei				
A.10	Você usa ou já usou algum tipo de droga (maconha, cocaína, crack, etc.)? ☐ Sim, uso ☐ Não uso ☐ Já experimentei ☐ Nunca experimentei				

	Se já usou ou usa, qual(is) droga costuma utilizar?

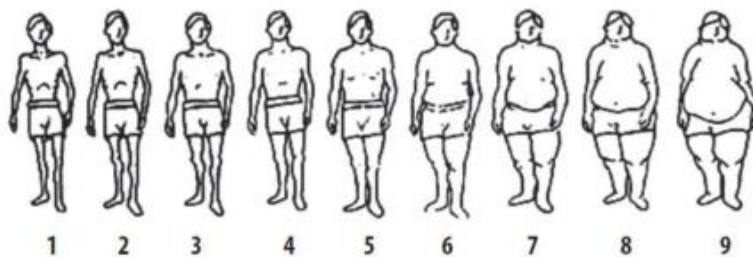
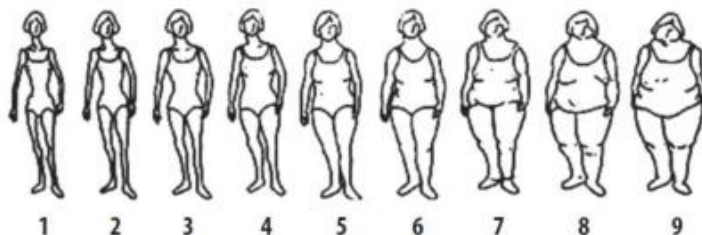
A.11	Você toma bebida alcoólica?
	☐ Sim, tomo frequentemente ☐ Sim, tomo às vezes ☐ Não tomo ☐ Já experimentei ☐ Nunca experimentei
A.12	Você já teve sua primeira relação sexual (já transou alguma vez)?
	☐ Sim ☐ Não ☐ Não quero responder
	Se sim, você usou ou usa camisinha/preservativo?
	☐ Sim ☐ Não ☐ Não quero responder
A.13	Você já fez algum exame de HIV/AIDS?
	☐ Sim ☐ Não ☐ Não quero responder
A.14	Você tem alguma ou já teve alguma doença sexualmente transmissível? (HIV/AIDS, Sífilis, HPV, Gonorréia, Herpes Genital, etc.)
	☐ Sim ☐ Não ☐ Não quero responder
A.15	Você tem filho(s)?
	☐ Sim ☐ Não
	Se sim, com quantos anos você teve filho?
	_____ anos
A.16	Você tem algum problema de saúde?
	☐ Sim ☐ Não Qual? _____
A.17	Você teve alguma doença no último ano?
	☐ Sim ☐ Não Qual? _____
A.18	Você toma algum remédio diariamente ou frequentemente?
	☐ Sim ☐ Não Qual? _____
AGORA, QUEREMOS SABER UM POUCO SOBRE SUA ALIMENTAÇÃO	
B.1	Você costuma comer frutas e verduras em quantos dias da semana?
	☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não como
B.2	Quais as frutas que você mais come? (ESCREVA COM LETRAS MAIÚSCULAS, NÃO ABREVEIE)

B.3	Você costuma comer doces (bala, chicle, pirulito, picolé, chocolate, bolos, bolacha recheada) em quantos dias da semana? ☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não como
B.4	Você costuma comer pães, queijos, produtos em conserva (tipo frutas enlatadas como pêssego e abacaxi, ervilha, pepino e milho em latinha) em quantos dias da semana? ☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não come
B.5	Você costuma comer macarrão instantâneo, salgadinho, iogurte tipo <i>petit suisse</i> (exemplo: Danoninho), gelatina, suco em pó, hambúrgueres, salsichas, presunto) em quantos dias da semana? ☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não come
B.6	Você costuma comer leites e laticínios (leite, queijo, iogurte) em quantos dias da semana? ☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não come
B.7	Você costuma tomar refrigerante, suco de caixinha e suco em pó em quantos dias da semana? ☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não come
B.8	Você costuma comer verduras e hortaliças em quantos dias da semana? ☐ 1 a 2 dias na semana ☐ 3 a 4 dias na semana ☐ 5 a 6 dias na semana ☐ Todos os dias (inclusive sábado e domingo) ☐ Quase nunca ☐ Nunca/não come
B.9	Quantas refeições por dia você costuma fazer em frente à televisão ou ao computador? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ou mais ☐ Nenhuma/não come em frente à televisão/computador
B.10	Você costuma acompanhar sua mãe no mercado, feira, açougue? ☐ Sim ☐ Não ☐ Às vezes
B.11	Perto de sua casa tem mercados, fruteiras, feirinhas do agricultor? ☐ Sim ☐ Não
B.12	Você costuma ajudar a preparar as refeições? ☐ Sim ☐ Não ☐ Às vezes
B.13	Que horas você frequenta a escola? Vou às _____ horas Saio às _____ horas
B.14	Você conversa com a sua família sobre alimentação? ☐ Sim ☐ Não ☐ Às vezes

QUAL DESSAS FIGURAS SE PARECE MAIS COM O SEU CORPO?

(Circule a figura abaixo que mais se pareça com você)

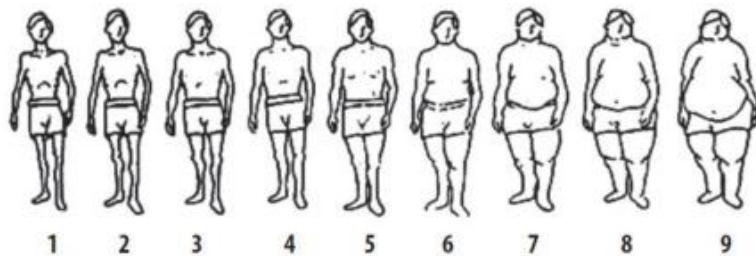
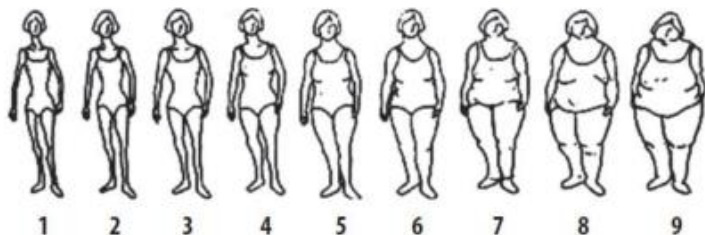
C.1



QUAL DESSAS FIGURAS DEVERIA OU VOCÊ GOSTARIA DE SER?

(Circule a figura abaixo que mais se pareça com o corpo que você gostaria de ter)

C.2



AGORA, QUEREMOS SABER SOBRE SUA ATIVIDADE FÍSICA	
D.1	Como você vai para a escola? ☐ Andando ☐ Bicicleta/Skate ☐ Ônibus/Lotação ☐ Carro/moto/Van escolar ☐ Outro: _____
D.2	Qual é a duração normal do trajeto para ir de casa até a escola? _____ minutos
D.3	Quantas aulas de educação física você faz na escola por semana? ☐ Nenhuma ☐ 1 vez por semana ☐ 2 vezes por semana ☐ 3 vezes por semana
D.4	Comparado a outros adolescentes da mesma idade, como você classificaria (julgaria) o SEU nível de atividade física? ☐ MUITO ATIVO = demonstra energia e vigor, está sempre envolvido em jogos e brincadeiras ☐ ATIVO = participa regularmente de jogos, brincadeiras e esportes ☐ POUCO ATIVO = participa eventualmente (às vezes) de jogos, brincadeiras e esportes ☐ INATIVO = não participa de jogos, brincadeiras, exercícios e esportes
D.5	Você faz alguma outra atividade física regularmente? (Como esportes, dança, artes marciais, etc.) ☐ Sim ☐ Não
D.6	Você pratica alguma atividade física <u>INTENSA</u> = que o deixa cansado, com a respiração difícil ou o coração acelerado (correr, fazer ginástica aeróbica, futebol, pedalar rápido na bicicleta, outro – descreva): Tipo de exercício: _____, _____ minutos por dia, _____ vezes por semana
D.7	Você pratica alguma atividade física <u>MODERADA</u> = que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar um pouco mais forte que o normal (pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, jogar vôlei recreativo, outro – descreva): Tipo de exercício: _____, _____ minutos por dia, _____ vezes por semana
D.8	Você pratica alguma atividade física <u>LEVE</u> = que não o deixa muito cansado, nem com a respiração difícil ou com o coração muito acelerado (caminhar, outro – descreva): Tipo de exercício: _____, _____ minutos por dia, _____ vezes por semana
D.9	Quanto tempo você passa assistindo TV, jogando videogame e/ou usando o computador/celular, durante a semana (de segunda a sexta-feira)? _____ minutos por dia
D.10	Quanto tempo você passa assistindo TV, jogando videogame e/ou usando o computador/celular, nos finais de semana (sábado e domingo)? _____ minutos por dia

AGORA, QUEREMOS SABER SOBRE SUA SAÚDE BUCAL	
E.1	Durante o dia, com que frequência você limpa os seus dentes? ☐ Não faço higiene bucal ☐ Uma vez por dia ☐ Mais de uma vez por dia
E.2	Qual desses instrumentos você utiliza para fazer sua higiene bucal? ☐  ☐ ☐  ☐ CREME DENTAL ☐  ☐ Fio Dental ☐  ☐
E.3	Você já foi ao dentista? ☐ Sim ☐ Não
E.4	Você já sentiu dor de dente? ☐ Sim ☐ Não
E.5	Você está sentindo dor de dente agora? ☐ Sim ☐ Não

OBRIGADO PELA SUA PARTICIPAÇÃO EM NOSSA PESQUISA! SUA AJUDA SERÁ DE EXTREMA
 IMPORTÂNCIA PARA QUE POSSAMOS AUXILIAR NO PLANEJAMENTO DE SERVIÇOS DE SAÚDE
 DAS CRIANÇAS/ADOLESCENTES DA SUA CIDADE.
EQUIPE DE PESQUISA