UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Presidente Prudente

Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Jefferson de Souza Dias

Impacto do treinamento resistido sobre a composição corporal de adolescentes: ABCD Growth Study

Presidente Prudente

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Presidente Prudente

Jefferson de Souza Dias

Impacto do treinamento resistido sobre a composição corporal de adolescentes: ABCD Growth Study

Relatório de exame geral de defesa vinculado ao projeto de pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de mestrado.

Orientando: Jefferson de Souza Dias

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Araújo Fernandes

Presidente Prudente

2020

D541I

Dias, Jefferson de Souza

Impacto do treinamento resistido sobre a composição corporal de adolescentes: ABCD Growth Study / Jefferson de Souza Dias. – , 2020

52 p. + 1 CD-ROM

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara,

Orientador: Rômulo Araújo Fernandes

Coorientador: Ismael Forte Freitas

1. Educação Física. 2. Fisioterapia. 3. Treinamento. 4. Composição Corporal. 5. Adolescentes. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra a meu falecido irmão André de Souza Dias o qual foi o indivíduo que me apresentou a primeira sala de musculação que frequentei em minha vida, acredito que sem esta vivência ainda novo jamais haveria me interessado sobre o tema e consequentemente não seria o profissional que sou hoje. Familiares, amigos e professores e toda pessoa que de alguma forma colaborou para a minha formação, levarei seus nomes comigo por toda a eternidade, confesso que me faltam palavras para descrever o sentimento e a gratidão que tenho por todos vocês. Meu sincero muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha esposa Dayana Cristina por todo o amor, carinho, companheirismo, compreensão para que esta obra fosse concluída.

A minha família como um todo que de alguma forma me deram suporte ao longo destes anos mesmo em sua ausência.

Ao meu amigo e eterno professor Rômulo Araújo Fernandes, pela sua orientação e conclusão deste projeto, por tudo que me ensinou e por ter acreditado em mim e no meu trabalho desde o início quando avaliou meu resumo no primeiro congresso científico que participei.

A todos os meus amigos e colegas de profissão que sempre me auxiliaram tanto no trabalho quanto em nossas prosas e conversas durante o café da tarde.

Agradeço também ao meus alunos e seguidores que me acompanham e admiram meu trabalho. O carinho e incentivo de vocês são essenciais para que minha eterna busca por conhecimento jamais pare.

Por fim, agradeço aos deuses por minha alma indomável e o discernimento de nunca ter tido um momento sequer de dúvida a cerca do meu caminho ao longo de todos esses anos.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001"

"A ausência de evidência não é evidência da ausência..."

(Carl Sagan)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....10
OBJETIVOS.....12
Objetivo Geral.....12
Objetivo Específico.....12
MÉTODOS.....13
Procedimentos Éticos.....13
Tipo de Estudo.....13
Amostra.....14
Composição Corporal.....15
Treinamento Resistido.....16
Covariáveis.....17
Análise de Dados.....17
RESULTADOS.....18
DISCUSSÃO.....23
CONCLUSÃO.....26
REFERÊNCIAS.....28
ANEXO 1 32
ANEXO 2.....33
ANEXO 3.....49
ANEXO 4.....50

RESUMO

Objetivo: Analisar o efeito da prática do treinamento resistido (TR) sobre a composição corporal de adolescentes ao longo de 12 meses de seguimento. **Métodos:** Estudo de caráter descritivo analítico de delineamento longitudinal, dados proveniente de um estudo em andamento intitulado *"Analysis of Behaviors of Children During Growth (ABCD- Growth Study)*, na cidade de Presidente Prudente, SP. A amostra foi composta por (n=190) indivíduos de ambos os sexos, divididos em 3 grupos conforme a prática de TR: controle (n = 121) , ocasional (n= 44) , frequente (n= 25) O engajamento no TR foi auto relatado. Foram analisados os seguintes variáveis: (i) adiposidade corporal por meio de densitometria óssea; (ii) massa livre de gordura, bem como (iii) densidade mineral óssea e seus segmentos: membros superiores e inferiores. **Análise de Dados:** A estatística descritiva foi composta por valores médios,valores de desvio padrão e intervalos de confiança 95%. A correlação de Pearson avaliou a relação entre o TR e as alterações na composição corporal. As variáveis dependentes foram tratadas com alterações absolutas (Δ), enquanto as comparações de acordo com os diferentes padrões de envolvimento no TR foram feitas através da análise de variância (ANOVA). As comparações médias estatisticamente significantes foram ajustadas em modelos multivariados com base na análise de covariância (ANCOVA). O teste de Levene para homogeneidade de variâncias identificou a adequação dos modelos multivariados da ANCOVA. Todas as análises dos dados foram realizadas no software estatístico BioEstat (versão 5.0) e o nível de significância (p-valor) estabelecido em <0,05. **Resultados**: Não foi encontrado significância na gordura corporal (p-valor=0,630) mas, houve um aumento de tecido mole magro em todos os grupos (p-valor=0,012)com maior magnitude no grupo de adolescentes envolvidos no TR durante todo o período do que os adolescentes irregulares e não engajados no TR. **Conclusão:** O engajamento regular em TR por 12 meses parece benéfico para melhorar a massa magra e a densidade mineral óssea dos membros em comparação com os adolescentes que não praticaram ou praticaram ocasionalmente essa modalidade de treinamento.

Palavras-chaves: Treinamento Resistido, Adolescentes, Composição Corporal.

ABSTRACT

Objective: To analyze the effect of resistance training (RT) on the body composition of adolescents over 12 months of follow-up. **Methods:** A descriptive analytical study with a longitudinal design, data from an ongoing study entitled "Analysis of Behaviors of Children During Growth (ABCD- Growth Study), in the city of Presidente Prudente, SP. The sample consisted of (n = 190) individuals of both sexes, divided into 3 groups according to the practice of RT: control (n = 121), occasional (n = 44), frequent (n = 25) Engagement in the RT it was self reported. The following variables were analyzed: (i) body adiposity by means of bone densitometry; (ii) fat-free mass, as well as (iii) bone mineral density and its segments: upper and lower limbs. Data Analysis: Descriptive statistics was composed of average values, standard deviation values and 95% confidence intervals. Pearson's correlation assessed the relationship between RT and changes in body composition. The dependent variables were treated with absolute changes (Δ), while comparisons according to the different patterns of involvement in the TR were made through analysis of variance (ANOVA). The statistically significant mean comparisons were adjusted in multivariate models based on the analysis of covariance (ANCOVA). Levene's test for homogeneity of variances identified the adequacy of ANCOVA's multivariate models. All data analyzes were performed using the BioEstat statistical software (version 5.0) and the significance level (p-value) was set at <0.05. Results: No significance was found in body fat (p-value = 0.630), but there was an increase in lean soft tissue in all groups (p-value = 0.012) with greater magnitude in the group of adolescents involved in RT throughout the period. than irregular adolescents and not engaged in the TR. Conclusion: Regular engagement in RT for 12 months seems beneficial to improve the lean mass and bone mineral density of the limbs compared to adolescents who have not practiced or occasionally practiced this training modality.

Keywords: Resistance Training, Adolescents, Body Composition.

INTRODUÇÃO

O treinamento resistido (TR) refere-se a um método de treinamento físico que envolve o uso progressivo de cargas resistivas, visando melhorias na aptidão muscular (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS; MCCAMBRIDGE; STRICKER, 2008). Em termos de como o TR pode ser realizado, o uso de pesos livres, máquinas, exercícios de sustentação e peso corporal (BERNHARDT et al., 2001). O TR é um tipo de treinamento físico amplamente difundido entre adultos e com sólidas bases científicas que apóiam sua prática nessas faixas etárias (SAEIDIFARD et al., 2019), mas em grupos pediátricos o uso do TR permanece controverso e limitado em alguns aspectos(RATEL, 2011).

Décadas atrás, a segurança da TR para grupos pediátricos tem sido questionada, principalmente devido ao seu potencial impacto prejudicial no crescimento físico (JÜRIMÄE, 2017). O TR como qualquer outro tipo de treinamento físico, quando prescrito de maneira inadequada, pode proporcionar lesões musculares, ósseas e articulares. Um dos principais fatores prejudiciais associados ao treinamento intenso e não exclusivo ao TR é a inibição do eixo GH-IGF-1 que pode comprometer o crescimento longitudinal de crianças e adolescentes (GUY; MICHELI, 2001). Por outro lado, não há déficit de estatura devido à prática quando respeitados o volume e a intensidade apropriados (GÓMEZ-BRUTON et al., 2017; STRICKER, 2002), pois os riscos de lesões é semelhante a outras manifestações de exercício físico (WEBB, 1990)

Com base nesse cenário, nos últimos anos o TR vem se tornando mais popular entre os adolescentes (FAIGENBAUM; MYER, 2010; HAMILL, 1994) e

sua prática tem sido apoiada por organizações relevantes de medicina esportiva que reconhecem seu impacto positivo em muitos aspectos da saúde, tais como melhora na composição corporal, sistema cardiovascular, perfil lipídico, densidade mineral óssea e produção sérica do fator semelhante a insulina 1(IGF-1)(BEHM et al., 2008; NEMET; COOPER, 2002). Muitos dos benefícios à saúde atribuídos ao TR em grupos pediátricos são apoiados principalmente por estudos realizados com grupos obesos e sobrepesados (SCHRANZ et al., 2014), evidenciando uma lacuna sobre a eficácia da TR em grupos composto não exclusivamente por adolescentes obesos, mas sim por adolescentes eutróficos e fisicamente ativos.

Além disso, a maioria das intervenções com TR dura apenas alguns meses ou semanas, portanto se torna necessário a observação de longos períodos de engajamento no TR visando elucidar melhor a influência no crescimento e desenvolvimento do indivíduo. Assim, o objetivo deste estudo longitudinal de 12 meses foi analisar como o envolvimento no TR pode impactar variáveis diretamente relacionadas a saúde como a densidade mineral óssea, gordura corporal e massa muscular de adolescentes.

OBJETIVOS

Geral

Analisar o efeito da prática de TR sobre variáveis de composição corporal de adolescentes ao longo de 12 meses de seguimento.

Objetivos Específicos

- Identificar o impacto da prática de TR sobre indicadores de composição corporal (massa livre de gordura e adiposidade) entre adolescentes;
- Identificar a influência da prática sobre a densidade mineral óssea de membros superiores e membros inferiores.

MÉTODOS

Procedimentos Éticos

Estudo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista (Processo: 1.677.938/2016 [**ANEXO-1**]), Câmpus de Presidente Prudente.

Tipo de estudo

Estudo descritivo analítico de caráter longitudinal com 12 meses de duração, o qual faz parte de um estudo maior que eencontra-se em andamento; intitulado *Analysis of Behavior of Children During Growth (ABCD Growth Study)* conduzido na cidade de Presidente Prudente,SP.

Amostra

Presidente Prudente é a maior cidade em número de habitantes da região oeste do Estado de São Paulo, com população estimada em 230.371 pessoas (IBGE,2020). É também local de trabalho e estudo de pessoas que residem em muitos municípios vizinhos. Segundo dados da Secretaria Municipal de Ensino, a cidade de Presidente Prudente tem aproximadamente 37.000 alunos regularmente matriculados na rede estadual e privada de ensino englobando ensino fundamental e médio. Sendo 27.860 alunos matriculados no ensino fundamental e 9.105 no ensino médio, e uma parcela próxima a 20% desses escolares encontra-se matriculados em rede privada de ensino.

Os adolescentes foram recrutados em unidades escolares e clubes esportivos da região metropolitana de Presidente Prudente, para critério de informação existe uma autorização das Secretarias Municipais de Ensino e

Esporte garantindo a relação entre nosso estudo e suas instituições. Para a seleção desses adolescentes, os responsáveis pelas unidades escolares e estruturas esportivas selecionadas foram contatados e informados sobre a realização do projeto de pesquisa, bem como, quais os critérios de inclusão: i) idade entre 11 e 17 anos; ii) não apresentar nenhum distúrbio clínico ou metabólico (previamente diagnosticado); iii) não fazer consumo eventual ou regular de qualquer medicamento que possa interferir no controle da pressão arterial ou metabolismo lipídico; iv) o responsável legal assinar o termo de consentimento livre e esclarecido, assim como o voluntário assinar um termo de assentimento; v) estar ou não engajado em alguma prática esportiva nos últimos 12 meses.

Composição Corporal

A densidade mineral óssea (DMO, g/cm²), massa livre de gordura (MLG, kg) e gordura corporal (valores percentuais [%]) foram medidos no laboratório da universidade em uma sala de temperatura controlada usando a absorciometria de raios-X de dupla energia (DPX-NT lunar; General Electric Healthcare, Little Chalfont, Buckinghamshire, Reino Unido) com o software Lunar da GE Medical System (versão 4.7). Um pesquisador treinado realizou toda a digitalização e testou a qualidade do scanner antes do primeiro exame de cada dia.

O coeficiente de variação desse dispositivo foi de 0,66% (na análise da DMO de corpo inteiro, n = 30 participantes não envolvidos neste estudo), definindo as linhas (ROIS) nas extremidades (membros superiores, membros

inferiores e coluna vertebral), conforme solicitado Empresa General Electric Healthcare e declarada em estudos anteriores (AGOSTINETE et al., 2016, 2017; MAILLANE-VANEGAS et al., 2018). As varreduras foram realizadas usando um protocolo padronizado, com os participantes posicionados em decúbito dorsal e trajando roupas leves. A análise regional da DMO dos membros superiores, membros inferiores, coluna vertebral e corpo inteiro (menos a cabeça) ocorreu off-line após a realização dos exames.

Os exames foram realizados duas vezes neste estudo (momento inicial e acompanhamento), enquanto os resultados considerados foram expressos em alteração absoluta (subtração dos valores de momento inicial dos valores de acompanhamento) da MLG (membros superiores e do corpo inteiro), gordura corporal (total DMO, membros superiores e inferiores, coluna vertebral e corpo inteiro, desconsiderando o crânio).

Treinamento resistido (TR)

O envolvimento do TR foi avaliado por entrevista pessoal em ambos os momentos. Os pesquisadores entrevistaram os adolescentes sobre o engajamento atual em TR (sim ou não), a prática anterior (meses) e a frequência semanal (dias). Considerando os dados obtidos, foram criados três grupos. No primeiro, o grupo controle (n = 121) refere-se a adolescentes que não relataram engajamento em TR durante todo o período. O segundo grupo foi chamado de “prática ocasional” (n = 44) composto por adolescentes que relataram prática em apenas um dos momentos, tanto no momento inicial e após 12 meses de acompanhamento (momento incial n = 30 para o seguimento e n = 14 iniciaram a prática até o acompanhamento). O terceiro

grupo denominado “prática frequente” (n = 25) foi composto por adolescentes que relataram envolvimento em ambos os momentos da coleta.

No momento inicial, o grupo de “prática ocasional” relatou um tempo médio de prática anterior de 3,2 meses (9,1% com mais de 6 meses), enquanto o grupo “prática frequente” relatou 12,1 meses de prática anterior (44% com mais de seis meses) (Mann Teste de Whitney com valor de p-valor= 0,001). O número de dias também foi maior no grupo de “prática frequente” em TR do que o grupo de “prática ocasional”(2,8 dias versus 0,9 dias; teste de Mann-Whitney com valor de p-valor= 0,001).

Covariáveis

As variáveis consideradas de ajuste no presente estudo foram o sexo (meninos / meninas), idade cronológica (anos), uso de suplementação, não realizar café da manhã, tempo anterior de prática no TR e maturação somática foram as principais covariáveis utilizadas neste manuscrito.Sexo, idade cronológica, tempo anterior de engajamento na TR (em meses), não realiza o café da manhã (número de dias por semana pulando a refeição [categorizado como nenhum dia e pelo menos um dia]) e uso de qualquer suplemento nutricional (categorizado como nenhum, perda de peso e ganho de massa muscular) foram avaliados durante a entrevista presencial no momento incial. A maturação somática foi estimada pelo pico de velocidade da crescimento (PVC), através de modelos matemáticos baseados em medidas antropométricas propostas por (MIRWALD et al., 2002). As equações indicam o tempo em anos necessário para atingir o momento de ganho máximo de altura

(escore negativo [maior tempo para atingir a taxa de pico de crescimento] escore positivo [o adolescente já atingiu o pico da velocidade de crescimento]).

O valor do momento inicial do resultado considerado foi usado como covariável devido ao seu impacto nas mudanças ao longo do tempo. Em modelos multivariados considerando os resultados da DMO (corpo inteiro, coluna vertebral, membros superiores e inferiores), a MLG em momento inicial do respectivo segmento corporal também foi considerada uma covariável adicional.

Análise de Dados

A estatística descritiva foi composta por valores médios, desvio padrão e intervalos de confiança de 95% (IC95%). A correlação de Pearson avaliou a relação entre os parâmetros de TR (tempo de prática anterior e dias por semana de treinamento) e alterações nos aspectos de composição corporal. As variáveis dependentes foram tratadas como alterações absolutas (Δ), enquanto as comparações de acordo com os diferentes padrões de envolvimento na TR foram feitas através da análise de variância (ANOVA).

As comparações médias estatisticamente significantes na ANOVA foram realizadas em modelos multivariados com base na análise de covariância (ANCOVA), controlando por covariáveis (os testes post-hoc Tukey e Bonferroni, respectivamente). O teste de Levene para homogeneidade de variâncias identificou a adequação dos modelos multivariados da ANCOVA. Todas as análises dos dados foram realizadas no software estatístico BioEstat (versão 5.0) e o nível de significância (p-valor) estabelecido em <0,05.

RESULTADOS

Nesta amostra de adolescentes acompanhados por 12 meses, 63,8% (n=121) não relataram a prática do TR nesse período, enquanto 23,1% praticavam ocasionalmente (n=44) e 13,1% mantiveram a pratica constante durante todo o período analisado (n=25). Os adolescentes que mantiveram o a prática frequente durante todo o período analisado eram mais velhos e apresentaram maiores valores de PVC do que aqueles que constituiram o grupo controle **(Tabela 1).** No início do estudo, os adolescentes que se envolveram em TR de maneira ocasional e frequente apresentaram maior DMO do que os adolescentes que relataram não praticar treinamento resistido.

Tabela 1. Características gerais da amostra no momento incial do estudo segundo a prática do treinamento resistido (n= 190; ABCD GrowthStudy, 2017-2018).

	Envolvimento no treinamento resistido			
Variáveis	Controle (n= 121) Média (DP)	Ocasional (n= 44) Média (DP)	Freqüente (n= 25) Média (DP)	ANOVA p-valor
Baseline				
Meninos / Meninas(n)	90 / 31	27 / 17	14 / 11	---
Idade (anos)	14,3 (2,2)	15,1 (1,8)	15,4 (1,8)[a]	**0,026**
Peso (kg)	57,4 (15,6)	57,5 (11,9)	62,2 (12,3)	0,315
Altura (cm)	165,8 (12,3)	167,5 (9,6)	169,8 (8,3)	0,255
GC (%)	23,1 (11,7)	20,5 (10,5)	20,2 (7,8)	0,275
MLG (kg)	41,1 (10,1)	43,8 (10,5)	43,2 (13,3)	0,277
PVC (anos)	0,8 (1,7)	1,5 (1,3)	2,3 (1,5)[a]	**0,001**
DMO (g/cm^2)				
MMSS	0,782 (0,108)	0,827 (0,118)	0,843 (0,135)[a]	**0,013**
MMII	1,207 (0,146)	1,282 (0,179)[a]	1,281 (0,152)	**0,008**
Coluna	1,013 (0,149)	1,090 (0,148)[a]	1,127 (0,154)[a]	**0,001**
Corpo Total	1,098 (0,111)	1,164 (0,129)[a]	1,165 (0,122)[a]	**0,001**
Dados Categóricos				
Suplementação(sim)	9,9%	11,4%	40,1%	**0,001**
Café da manhã(Pular)	62,8%	40,9%	48,1%	0,034
Obesidade*	36,4%	27,3%	20,1%	0,077

*= Gordura corporal ≥ 30% e ≥ 25% para meninos e meninas, respectivamente; DP = desvio padrão; TR = Treinamento resistido; ANOVA = análise de variância; GC = gordura corporal; MLG = massa livre de gordura; PVC = pico de velocidade de crescimento; DMO = densidade mineral óssea; MMSS = membros superiores; MMII = Membros inferiores; a= denota significância estatística <0.05 comparado ao grupo controle (Tukey's post-hoc test).

Em geral, após 12 meses, não houve alteração significativa na gordura corporal (p-valor=0,630). A MLG aumentou em todos os grupos, mas em maior magnitude e significativamente (p-valor=0,012) no grupo de adolescentes que mantiveram a prática frequente durante todo o período (6,5 kg [IC95%: 1,1 a 11,3]) do que o grupo ocasional (2,2 kg [IC95%: 0,3 a 4,1]) e controle (2,8 kg [IC95%: 2,1 a 3,5]) respectivamente **(Tabela 2).** Os valores de DMO nos membros superiores foram afetados pela prática de TR (p-valor=0,005). Os adolescentes que mantiveram o envolvimento no TR durante todo o período apresentaram maiores valores de DMO (0,093 g/cm2 [IC 95%: 0,066 a 0,121]) quando comparados aos adolescentes envolvidos ocasionalmente (0,048 g/cm2 [IC 95%: 0,026 a 0,071]) e não engajados (0,049 g/cm2 [IC 95%: 0,039 a 0,060]).

Na análise de correlação, as alterações no MLG foram significativamente relacionadas ao número de dias por semana praticando TR no início (r=0,164; p-valor=0,024), enquanto a DMO de membros superiores foi relacionado ao tempo anterior de engajamento (r=0,160; p-valor=0,027). Alterações na gordura corporal não foram relacionadas ao tempo anterior de prática e número de dias por semana praticando TR.

Tabela 2. Mudanças após 12 meses na composição corporal de adolescentes conforme envolvimento no treinamento resistido (n= 190; ABCD Growth Study, 2017-2018).

	Envolvimento no treinamento resistido			
	Controle (n= 121)	Ocasional (n= 44)	Freqüente (n= 25)	ANOVA
Variáveis independents	Média (IC95%)	Média (IC95%)	Média (IC95%)	p-valor
Alterações absolutas (Δ)				
GC (%)	-0,400 (-1,46; 0,66)	0,558 (-1,05; 2,17)	-0,192 (-2,09; 1,71)	0,630
MLG (kg)	2,809 (2,06; 3,55)	2,279 (0,39; 4,16)	6,551[a,b] (1,17; 11,39)	**0,012**
DMO (g/cm^2)				
MMSS	0,049 (0,03; 0,06)	0,048 (0,02; 0,07)	0,093[a,b] (0,06; 0,12)	**0,005**
MMII	0,050 (0,03; 0,06)	0,051 (0,02; 0,07)	0,066 (0,02; 0,10)	0,592
Coluna	0,005 (-0,00; 0,01)	-0,006 (-0,03; 0,02)	0,003 (-0,03; 0,04)	0,647
Corpo Total	0,037 (0,028; 0,04)	0,031 (0,01; 0,05)	0,056 (0,03; 0,08)	0,161

IC95% = intervalo de confiância; ANOVA = análise de variância; MLG = massa livre de gordura; DMO = densidade mineral óssea; MMSS = membros superiores; MMII = membros inferiores; a= denota signifiância estatística <0.05 comparado ao grupo controle (Tukey's post-hoc test); b= denota significância estatística <0.05 comparado ao grupo irregular (Tukey's post-hoc test).

Devido aos resultados significativos na ANOVA, dois modelos multivariados na ANCOVA foram criados para MLG e DMO-Membros superiores **(Tabela 3)**

Tabela 3. Mudanças após 12 meses na massa livre de gordura e densidade mineral óssea de acordo com envolvimento no treinamento resistido (n= 190; ABCD Growth Study, 2017-2018).

	Envolvimento no Treinamento Resistido			
	Controle (n= 121)	Ocasional (n= 44)	Freqüente (n= 25)	ANCOVA
Variáveis Independente	Média (IC95%)	Média (IC95%)	Média (IC95%)	p-valor (ES-r)
Alteraçõesabsolutas(Δ)				
Modelo – 1				
MLG (kg)	2,452 (1,46; 3,44)	3,476 (1,84; 5,10)	6,160[a] (3,72; 8,59)	**0,031** (0,039)
Modelo – 2				
DMO-MMSS (g/cm^2)	0,046 (0,03; 0,05)	0,057 (0,04; 0,07)	0,096[a,b] (0,07; 0,12)	**0,002** (0,066)

IC95% = intervalo de confiância; ANCOVA= análise de covariância; MLG = massa livre de gordura; DMO = densidade mineral óssea; ES-r= eta-squared; a= denota significância estatística <0,05 comparado ao grupo controle (Tukey's post-hoc test); b = denota significância estatística <0,05 comparado ao grupo irregular (Tukey's post-hoc test).

Modelo – 1: ajustado por idade (p-valor= 0,003 e ES-r= 0,049 [4,9%]), sexo (p-valor= 0,001 e ES-r= 0,192 [19,2%]), PVC (p-valor= 0,001 e ES-r= 0,062 [6,2%]), suplementação(p-valor= 0,329 e ES-r= 0,005 [0,5%]), envolvimento prévio no TR (p-valor= 0,393 e ES-r= 0,004 [0,4%]), pular café da manhã (p-valor= 0,564 e ES-r= 0,002 [0,2%]) e MLG na linha de base (p-valor= 0,001 e ES-r= 0,237 [23,7%]).

Modelo – 2: ajustado por idade (p-valor= 0,226 e ES-r= 0,008 [0,8%]), sexo (p-valor= 0,009 e ES-r= 0,038 [3,8%]), PVC (p-valor= 0,172 e ES-r= 0,011 [1,1%]), suplementação (p-valor= 0,631 e ES-r= 0,001 [0,1%]), envolvimento prévio no TR (p-valor= 0,132 e ES-r= 0,013 [1,3%]), pular café da manhã (p-valor= 0,486 e ES-r= 0,003 [0,3%]), DMO-MMSS na linha de base (p-valor= 0,001 e ES-r= 0,178 [17,8%]) e alterações na MLG-MMSS (p-valor= 0,010 e ES-r= 0,037 [3,7%]).

Mesmo após o ajuste de possíveis fatores de confusão, o envolvimento frequente no TR afetou significativamente mudanças absolutas na MLG em comparação com o grupo controle e ocasional; explicando 3,9% de toda a variação nesses ganhos. Nesse modelo, sexo (19,2%; p-valor=0,001), idade (4,9%; p-valor=0,003) e maturação (6,2%; p-valor=0,001) também explicaram quantidade significativa das alterações na MLG. Da mesma forma, nos modelos ajustados para os membros superiores da DMO, a prática frequente afetou significativamente o desenvolvimento ósseo; explicando 6,6% de toda

variação nesses ganhos. Nesse modelo, o sexo (3,8%; valor p=0,009) e as alterações no MLG dos membros superiores (3,7%; valor-p=0,010) também explicaram uma quantidade significativa das alterações nos membros superiores da DMO.

DISCUSSÃO

Os principais achados desse estudo longitudinal indicam que a prática frequente no TR se mostra benéfico para melhorar a massa magra, bem como a densidade óssea nos membros superiores, independentemente dos ganhos de massa magra (e de outros fatores de confusão) em adolescentes.

Após o consenso na literatura de que a TR, quando prescrita adequadamente, não prejudica o crescimento físico em populações pediátricas, muitos estudos começaram a analisar o impacto dessa modalidade de treinamento nas variáveis metabólicas, ósseas e de composição corporal de crianças e adolescentes (BENSON; TORODE; FIATARONE SINGH, 2008; HARRIES; LUBANS; CALLISTER, 2012; HIND; BURROWS, 2007).

Nossos primeiros resultados indicam que os adolescentes com maior prática de TR apresentaram maiores ganhos de MLG e DMO ao longo do seguimento, em comparação com os outros grupos. Tais achados podem ser explicados pelo fato de que a participação frequente no TR aumenta a concentração de hormônios tais como GH, testosterona, IGF-1(FAIGENBAUM et al., 2009; LLOYD et al., 2014), que são importantes no processo anabólico de tecidos, além da hipertrofia muscular (aumentos na área da seção

transversal muscular), adaptações neurológicas (aumento do recrutamento de unidades neuromotoras) e aumento da força muscular (alterações na composição do tipo de fibra) (FAIGENBAUM et al., 2009; FAIGENBAUM; LLOYD; MYER, 2013; GRANACHER et al., 2011; KAJI, 2014; MYER et al., 2012).

Ademais, sabe-se que o MLG está positivamente relacionada à DMO devido ao fato de que as contrações musculares (durante o exercício) geram estresse na matriz óssea e aumentam o recrutamento de células de formação óssea (osteoblastos), estimulando a expansão da camada periósteo e fibras colágenas (teoria do mecanostato) (HIND; BURROWS, 2007; VICENTE-RODRÍGUEZ, 2006). Assim, nossos achados corroboram com a literatura atual e indicam a importância de se estimular maiores ganhos de MLG sobre a formação óssea durante as fazes de crescimento humano.

Por outro lado, é importante destacar que, em nossos resultados, a prática regular de TR se mostrou benéfica para a DMO, mesmo após considerar o efeito do ganho de MLG, permitindo especular que o TR afete positivamente a saúde óssea por outros meios e não exclusivamente por devido aos ganhos na MLG. O efeito positivo do exercício físico na saúde óssea ocorre de duas maneiras, a primeira por meio de contrações musculares (como explicado anteriormente) (BURROWS, 2007)e, também, por meio de forças externas, como atividades de suporte de peso(KONTULAINEN et al., 2003). Assim, as atividades de sustentação de peso geram forças compressivas nos ossos (principalmente nas placas de crescimento) que, além do estresse causado na matriz óssea pelas contrações musculares, são benéficas para o desenvolvimento do tecido ósseo e a expansão dos ossos

corticais(GÓMEZ-BRUTON et al., 2017; KONTULAINEN et al., 2003). Os mecanismos acima descritos podem ajudar a entender os meios pelos quais a prática do TR pode ser benéfica para a formação óssea.

Por fim, o TR é uma manifestação importante do exercício físico, em crianças e adolescentes, é capaz de desenvolver força muscular e habilidades físicas (BEHRINGER et al., 2011). O desenvolvimento desses componentes é extremamente importante para o adolescente permanecer ativo durante a vida. Em caso de problemas com a força muscular, segundo Faigenbaum et al. (2013) há uma cascata de consequências negativas para a saúde devido a baixa força muscular e às baixas habilidades motoras. A presença de um déficit em força muscular e dificuldade em assimilar algumas habilidades motoras estão relacionadas ao aumento do comportamento sedentário, presença de fatores de risco a saúde metabólica/cardiovascular e, finalmente, em uma perspectiva longitudinal, ao aumento dos resultados adversos à saúde, como o desenvolvimento de doenças crônicas (FAIGENBAUM; LLOYD; MYER, 2013).

Seguindo esta linha de raciocínio, a prática do TR durante a infância e a adolescência possui benefícios além da composição corporal e das variáveis metabólicas, de forma que o aumento da atividade física semanal diminui o risco de desenvolver doenças na idade adulta, devendo portanto ser incentivada pelos pais e profissionais junto às aulas de educação física nas escolas (LÖFGREN et al., 2013).

O presente estudo apresenta algumas limitações, apesar do ajuste para sexo e maturação somática, diferenças entre meninos e meninas e estágios maturacionais precisam ser consideradas nas variáveis de composição corporal e mais estudos devem ser incentivados a realizar análises sexuais

separadas e comparar adolescentes com o mesmo estágio maturacional(GRANACHER et al., 2011). Além disso, a forma como a TR foi relatada pelos adolescentes nos oferece dados limitados sobre os componentes do treinamento (volume, intensidade e sobrecarga), os adolescentes relataram apenas a prática ou não do treinamento resistido. Porém tenta-se compensar essa limitação com o tamanho amostral significativo. Sabe-se que periodizações diferentes podem causar respostas diferentes em variáveis fisiológicas, metabólicas e de composição corporal. Finalmente, um período de acompanhamento mais longo pode ser capaz de mostrar resultados significativos na densidade mineral óssea de outros segmentos corporais (não apenas nos membros superiores) e deve ser incentivado em pesquisas futuras. Entretanto o presente estudo apresenta pontos fortes também. Em comparação com estudos previamente publicados na literatura, um dos avanços foi considerar o ganho de MLG como um fator de confusão para incrementos ósseos. Outro aspecto é relacionado ao tamanho amostral, bem como no delineamento longitudinal do presente estudo, o que permite inferir causalidade entre TR e melhorias na composição corporal dos adolescentes avaliados.

CONCLUSÃO

Em resumo, a prática frequente de TR por 12 meses nos apresenta benefícios em relação a MLG e a DMO dos membros superiores (considerando o ganho de massa magra e outras variáveis importantes como ajustes) em

comparação com os adolescentes que não praticaram ou praticaram ocasionalmente essa modalidade de treinamento.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETE, R. R. et al. Basketball Affects Bone Mineral Density Accrual in Boys More Than Swimming and Other Impact Sports: 9-mo Follow-Up. **Journal of clinical densitometry : the official journal of the International Society for Clinical Densitometry**, v. 19, n. 3, p. 375–81, 2016.

AGOSTINETE, R. R. et al. The Impact of Training Load on Bone Mineral Density of Adolescent Swimmers: A Structural Equation Modeling Approach. **Pediatric exercise science**, v. 29, n. 4, p. 520–528, 2017.

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS; MCCAMBRIDGE, T. M.; STRICKER, P. R. Strength training by children and adolescents. **Pediatrics**, v. 121, n. 4, p. 835–40, abr. 2008.

BEHM, D. G. et al. Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. **Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme**, v. 33, n. 3, p. 547–61, jun. 2008.

BEHRINGER, M. et al. Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: a meta-analysis. **Pediatric exercise science**, v. 23, n. 2, p. 186–206, maio 2011.

BENSON, A. C.; TORODE, M. E.; FIATARONE SINGH, M. A. Effects of resistance training on metabolic fitness in children and adolescents: a systematic review. **Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 9, n. 1, p. 43–66, jan. 2008.

BERNHARDT, D. T. et al. Strength training by children and adolescents. **Pediatrics**, v. 107, n. 6, p. 1470–2, jun. 2001.

BURROWS, M. Exercise and bone mineral accrual in children and adolescents. **Journal of sports science & medicine**, v. 6, n. 3, p. 305–12, 1 set. 2007.

FAIGENBAUM, A. D. et al. Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. **Journal of strength and conditioning research**, v. 23, n. 5 Suppl, p. S60-79, ago. 2009.

FAIGENBAUM, A. D.; LLOYD, R. S.; MYER, G. D. Youth resistance training: past practices, new perspectives, and future directions. **Pediatric exercise science**, v. 25, n. 4, p. 591–604, nov. 2013.

FAIGENBAUM, A. D.; MYER, G. D. Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. **British journal of sports medicine**, v. 44, n. 1, p. 56–63, jan. 2010.

GÓMEZ-BRUTON, A. et al. Plyometric exercise and bone health in children and adolescents: a systematic review. **World journal of pediatrics : WJP**, v. 13, n. 2, p. 112–121, abr. 2017.

GRANACHER, U. et al. Effects and mechanisms of strength training in children. **International journal of sports medicine**, v. 32, n. 5, p. 357–64, maio 2011.

GUY, J. A.; MICHELI, L. J. Strength training for children and adolescents. **The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v. 9, n. 1, p. 29–36, 2001.

HAMILL, B. P. Relative safety of weightlifting and weight training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 8, n. 1, p. 53–57, 1994.

HARRIES, S. K.; LUBANS, D. R.; CALLISTER, R. Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: a systematic review and meta-analysis. **Journal of science and medicine in sport**, v. 15, n.

6, p. 532–40, nov. 2012.

HIND, K.; BURROWS, M. Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: a review of controlled trials. **Bone**, v. 40, n. 1, p. 14–27, jan. 2007.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2020

JÜRIMÄE, J. Growth, Maturation and Exercise During Youth-2016. **Pediatric exercise science**, v. 29, n. 1, p. 3–7, 2017.

KAJI, H. Interaction between Muscle and Bone. **Journal of bone metabolism**, v. 21, n. 1, p. 29–40, fev. 2014.

KONTULAINEN, S. et al. Effect of long-term impact-loading on mass, size, and estimated strength of humerus and radius of female racquet-sports players: a peripheral quantitative computed tomography study between young and old starters and controls. **Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research**, v. 18, n. 2, p. 352–9, fev. 2003.

LLOYD, R. S. et al. Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. **British journal of sports medicine**, v. 48, n. 7, p. 498–505, abr. 2014.

LÖFGREN, B. et al. An increase in school-based physical education increases muscle strength in children. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 45, n. 5, p. 997–1003, maio 2013.

MAILLANE-VANEGAS, S. et al. Bone Mineral Density and Sports Participation. **Journal of clinical densitometry : the official journal of the International**

Society for Clinical Densitometry, n. 5, 21 jun. 2018.

MIRWALD, R. L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 34, n. 4, p. 689–94, abr. 2002.

MYER, G. D. et al. When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries and enhance health in youth? **Current sports medicine reports**, v. 10, n. 3, p. 155–66, 2012.

NEMET, D.; COOPER, D. M. Exercise, diet, and childhood obesity: the GH-IGF-I connection. **Journal of pediatric endocrinology & metabolism : JPEM**, v. 15 Suppl 2, p. 751–7, maio 2002.

RATEL, S. High-intensity and resistance training and elite young athletes. **Medicine and sport science**, v. 56, p. 84–96, 2011.

SAEIDIFARD, F. et al. The association of resistance training with mortality: A systematic review and meta-analysis. **European journal of preventive cardiology**, v. 26, n. 15, p. 1647–1665, out. 2019.

SCHRANZ, N. et al. Can resistance training change the strength, body composition and self-concept of overweight and obese adolescent males? A randomised controlled trial. **British journal of sports medicine**, v. 48, n. 20, p. 1482–8, out. 2014.

STRICKER, P. R. Sports training issues for the pediatric athlete. **Pediatric clinics of North America**, v. 49, n. 4, p. 793–802, vii, ago. 2002.

VICENTE-RODRÍGUEZ, G. How does exercise affect bone development during growth? **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 36, n. 7, p. 561–9, 2006.

WEBB, D. R. Strength training in children and adolescents. **Pediatric clinics of North America**, v. 37, n. 5, p. 1187–210, out. 1990.

ANEXO – 1

MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa:
ANÁLISE DE COMPORTAMENTOS DE ADOLESCENTES DURANTE O CRESCIMENTO

2. Número de Participantes da Pesquisa: 236

3. Área Temática:

4. Área do Conhecimento:
Grande Área 4. Ciências da Saúde

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

5. Nome:
ROMULO ARAÚJO FERNANDES

6. CPF:	7. Endereço (Rua, n.º):		
325.474.038-62	JOSE LIBANIO FILHO PARQUE CEDRAL 722 PRESIDENTE PRUDENTE SAO PAULO 19067170		
8. Nacionalidade:	9. Telefone:	10. Outro Telefone:	11. Email:
BRASILEIRO	(19) 8129-4570		romulo@fct.unesp.br

Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.

Data: 17 / 05 / 2016

Assinatura

INSTITUIÇÃO PROPONENTE

12. Nome:	13. CNPJ:	14. Unidade/Órgão:
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO	48.031.918/0009-81	
15. Telefone:	16. Outro Telefone:	
(18) 3229-5315		

Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.

Responsável: José Carlos S. Camargo Filho. CPF:

Cargo/Função: Vice-diretor no exercício da diretoria.

Data: 18 / 05 / 16

Prof. Dr. José Carlos S. Camargo Filho
Vice -Diretor no Exercício da Diretoria

Assinatura

PATROCINADOR PRINCIPAL

Não se aplica.

ANEXO – 2

Impact of resistance training on body composition aspects of adolescents: ABCD Growth Study

Jefferson de Souza Dias[1], Ricardo Ribeiro Agostinete[4], Jacqueline Bexiga Urban[3], Wésley Torres[2], Ítalo Ribeiro Lemes[3], Eduardo Duarte de Lima Mesquita[5], SuzianeUngari Cayres[4],Lucas Gabriel de Moraes Chagas[1], Rômulo Araújo Fernandes[6].

1 – LaboratoryofInVstigationExercise – LIVE, DepartmentofPhysicalEducation, Sao Paulo StateUniversity (UNESP), Presidente Prudente, Sao Paulo, Brazil.

Abstract

Purpose: Many of the health benefits attributed to resistance training(RT)during adolescence are mainly supported by studies developed with obese populations. Besides that, studies involving resistance training in pediatric populations are usually performed with a few months of follow-up. In this sense, this study aimed analyze the effect of RT on body composition in adolescents over 12 months of follow-up. **Methods:** Longitudinal study, data from study entitled *"ABCD- Growth Study"*. Sample consisted of 190 adolescentsof both sexes, divided into 3 groups: non-engagement (n=121), irregular (n=44), frequent (n=25). Engagement in RT was assessed by face-to-face interview. The bone mineral density (BMD), lean soft tissue (LST) and body fatness (BF) were analyzed using a dual-energy x-ray absorptiometry (DXA). All data analyzes were performed using BioEstat statistical software (version 5.0) and the significance level of<0.05. **Results:**After 12-moinths, adolescents frequently engaged in RT presented higher gain of LST and upper limbs BMDcompared to non-engagement and irregular engagement groups. When considering adjustment for confounding factors, the frequently engaged group maintained higher gains compared to those non-engaged in the LST and upper limbs BMD, and for upper limbs BMD compared with the irregularly engaged group.**Conclusion:** The regular engagement seems beneficial to improve lean mass and bone density of upper limbs compared to adolescents who did not practice or practice irregularly RT after 12-months of follow-up.

Keywords: Adolescence; Pediatric; Growth; Bone Mineral Density; Lean Soft Tissue; Adiposity

Introduction

Resistance training (RT)refers to a method of physical training that involves the progressive use of resistive loads, targeting improvements on muscle fitness(American Academy of Pediatrics Council on Sports Medicine and Fitness, McCambridge, & Stricker, 2008). In terms of how RT can be performed, the use of free weights, machines, elastic band sand weight-bearing exercises are common(Bernhardt et al., 2001). RT is a sort of physical training widely spread out among adults and with solid scientific bases supporting its practice in these age groups(Saeidifard et al., 2019), but in pediatric groups the use of RT remains controversial in some aspects(Ratel, 2011).

Decades ago, the safety of RT for pediatric groups has been questioned, mainly due to its potential harmfull impact on physical growth(Jürimäe, 2017). RT as any other kind of physical training when unproperly prescribed may lead to muscle, bone and joint injuries and one of the major detrimental factors associated with intense, non-exclusive training is the inhibition of the GH-IGF-1 axis that may compromise the longitudinal growth of children and adolescents(Guy & Micheli, 2001). On the other hand, there is no reported stature deficit due to RT when respected the appropriated volume and intensity(Gómez-Bruton, Matute-Llorente, González-Agüero, Casajús, & Vicente-Rodríguez, 2017; Stricker, 2002), as well as the risk of injuries is similar to others physical exercise manifestations(Webb, 1990).

Based on this background, over the last years RT has became more popular among adolescents(A. D. Faigenbaum & Myer, 2010; HAMILL, 1994)and its practice has been supported by relevant sport medicine organizations that recognize its positive impact on many health aspects, such as body composition, cardiovascular system, lipid profile, bone mineral density and serum production of IGF-1 growth factor(Behm, Faigenbaum, Falk, & Klentrou, 2008; Nemet & Cooper, 2002).

On the other hand, many of the health benefits attributed to RT in pediatric groups are mainly supported by studies carried out with obese groups(Schranz, Tomkinson, Parletta, Petkov, & Olds, 2014),raising doubts about how effective RT would in groups composed not exclusively by obese adolescents. Moreover, most of studies involving RT are performed with a few months of intervention or follow-up (mainly up to 12 weeks)and thus the impact of long periods of engagement in RT are not so clear.

Thus, the objective of this 12-months longitudinal study was to analyze the how the engagement in RT can impact changes on bone density, body fatness and muscle mass in adolescents of both sexes.

Methods

Sample

The cohort study entitled "Analysis of Behaviors of Children During Growth" (ABCD – Growth Study) is an initiative designed to identify the impact of physical activity/sports participation on different health aspects of adolescents. The ABCD – Growth Study has been carried out in Presidente Prudente since 2017 (~200,000 inhabitants and human development index 0.806; western state of São Paulo, Brazil) by researchers of the Laboratory of InVestigation in Exercise (LIVE) from Sao Paulo State University – UNESP, campus of Presidente Prudente. The ethics committee of the UNESP approved the study (process number 1.677.938/2016), while parents/guardians and adolescents signed the written consent form.

Mode details about sampling process can be found elsewhere(Cayres et al., 2019; Exupério et al., 2019; Urban et al., 2019; Werneck et al., 2018). In brief, at baseline, researchers contacted school units and sports clubs spread out in the metropolitan region of the city in order to ask authorization to contact adolescents,

while 11 places granted access to the adolescents. In the first contact with the adolescents, researchers explained all the aims and inclusion criteria of the cohort study and written consent forms were delivered to those ones who declare to fulfil all inclusion criteria. Inclusion criteria adopted were as follow: 1) 11-18 years-old, 2) parents' consent form signed, 3) if contacted in any sports club, at least one year of training experience in order to characterize a consistent engagement; if contacted in any school unit, at least one year without regular practice of sport or exercise; 4) absence of orthopedic disease, limiting physical activity.

The researchers in the second contact collected the signed consent forms. Considering only adolescents who returned the consent form signed, by phone, researchers scheduled interviews to happen in the university facilities. Baseline data collection was performed at LIVE in 2017, while follow-up data collection happened in 2018. In 2017, 285 adolescents started the cohort study and the researchers followed them during the entire year. Due to exclusions (n= 95 [did not wish to take part, did not participate all measurements and move out to another city]), in 2018 the measurements involved 190 adolescents.

Body composition aspects

Bone mineral density (BMD, g/cm^2), lean soft tissue (LST, kg) and body fatness (percentage values [%]) were measured at the university laboratory in a temperature-controlled room using dual-energy x-ray absorptiometry (Lunar DPX-NT; General Electric Healthcare, Little Chalfont, Buckinghamshire, UK) with GE Medical System Lunar software (version 4.7). A trained researcher performed all scan and tested the scanner quality before the first exam of each day. The coefficient of variation for this device was 0.66% (in whole body BMD analysis, n=30 participants not involved in

this study), setting the lines (rois) in the extremities (upper limbs, lower limbs and spine) as requested for the General Electric Healthcare company and stated in previous studies(Ricardo R. Agostinete et al., 2016; Ricardo Ribeiro Agostinete et al., 2017; Maillane-Vanegas et al., 2018). The scans were performed using a standardized protocol with the participants remaining in the supine position and wearing only light clothing. Regional analysis for BMD of upper limbs, lower limbs, spine and whole body (less the head) occurred off-line after the scans took place.

Absorptiometry scans were performed twice in this study (baseline and follow-up), while the outcomes considered were the absolute change (subtraction of baseline values from follow-up values) of LST (whole-body and upper limbs), body fatness (whole-body) and BMD (upper limbs, lower limbs, spine and whole-body less head).

Resistance training

The RT engagement was assessed by face-to-face interview at both baseline and follow-up. Researchers interviewed the adolescents about the current engagement in RT (yes or no), the previous time of engagement (months) and the weekly frequency (days). Considering the data registered about RT, three groups were created for this manuscript. In the first, called "Non-engagement" (n= 121) were allocated adolescents who did not report any engagement in RT during all period. The second group was called "Irregular engagement"(n= 44) composed of adolescents who reported RT practice in just one of the moments either baseline or 12-month follow-up (n= 30 quitted RT from baseline to follow-up and n= 14 started RT from baseline to follow-up). The third group called "Frequent engagement" (n= 25) was composed of adolescents who reported RT practice at both collection times.

At baseline, the group of irregular engagement reported an average time of previous practice of 3.2 months (9.1% with more than 6 months), while the frequently engaged group reported 12.1 months of previous practice (44% with more than six months) (Mann-Whitney's test with p-value= 0.001). The number of days also was higher in the group frequently engaged in RT than the irregularly engaged on it (2.8 days versus 0.9 days; Mann-Whitney's test with p-value= 0.001).

Covariates

Sex (boys / girls), chronological age (years), supplementation use, skipping breakfast, previous time of engagement in RT and somatic maturation were the main covariates considered into this manuscript. Sex, chronological age, previous time of engagement in RT (in months), skipping breakfast (number of days per week skipping the meal [categorized as none day and at least one day]) and use of any nutritional supplement (categorized as none, weight loss and muscle mass gain)were assessed during face-to-face interview at baseline. Somatic maturation was estimated by the peak of height velocity (PHV), through mathematical models based on anthropometric measurements proposed by Mirdwald et al.(Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, 2002). The equations indicate the time in years it takes to reach the moment of maximum gain of height (negative score [highest time to reach peak growth rate] positive score [the adolescent has already reached the peak of growth velocity]).

Baseline value of the outcome considered were used as covariates due to its impact the changes over the time. In multivariate models considering BMD outcomes (whole-body, spine, upper and lower limbs), the LST at baseline of the respective body segment was considered an additional covariate as well.

Statistical analysis

Descriptive statistical was composed of mean values, standard-deviation values and 95% confidence intervals (95%CI). Pearson correlation assessed the relationship between RT parameters (previous time of practice and days per week training) and changes on body composition aspects. Dependent variables were treated as absolute changes (Δ), while comparisons according to the different patterns of engagement in RT were made through analysis of variables (ANOVA). Mean comparisons statistically significant on ANOVA were reran on multivariate models based on analysis of covariance (ANCOVA), controlling by covariates (post-hoc testes were Tukey and Bonferroni, respectively). Levene's test for homogeneity of variances identified how fit the multivariate ANCOVA models were. All data analysis was conducted using the statistical software BioEstat(version 5.0) and the significance level (p-value) was set at < 0.05.

Results

In this sample of adolescents who were followed during 12 months, 63.8% (n= 121) of the adolescents reported no engagement in RT during this period, while 23.1% reported an irregular engagement (n= 44) and 13.1% maintained the engagement in RT during all period analyzed (n= 25). Those adolescents who maintained the engagement in RT during all period analyzed were older and more matured than those one who reported no engagement in RT during this period (**Table 1**). At baseline, adolescents in both irregularly and frequently engage in RT presented higher BMD than adolescents who reported no engagement in RT.

In general, after 12 months there was no significant change in body fatness (p-value= 0.630). LST increased in all groups, but in higher magnitude and significantly(p-value= 0.012) in the group of adolescents who maintained the engagement in RT during all period (6.5 kg [95%CI: 1.1 to 11.3]) than those adolescents irregularly engaged (2.2 kg [95%CI: 0.3 to 4.1]) and non-engaged at all in RT (2.8 kg [95%CI: 2.1 to 3.5]).

All BMD variables increased in all groups, except in the spine (**Table 2**). BMD values at upper limbs were affected by the engagement in RT (p-value=0.005). Adolescents who maintained the engagement in RT during all period (0.093 g/cm^2 [95%CI: 0.066 to 0.121]) had higher BMD accrual than both adolescents irregularly engaged (0.048 g/cm^2 [95%CI: 0.026 to 0.071]) and not engaged at all (0.049 g/cm^2 [95%CI: 0.039 to 0.060]).

In correlation analysis, changes in LST were significantly related to the number of days per week practicing RT at baseline (r= 0.164; p-value= 0.024), while bone accrual in upper limbs was related to the previous time of engagement (r= 0.160; p-value= 0.027). Changes on body fatness were not related to previous time of engagement and number of days per week practicing RT.

Due to significant results at ANOVA, two multivariate models in ANCOVA were created to LST and BMD-Upper limbs (**Table 3**). Even after adjustment by potential confounders, the frequent engagement in RT affected significantly the absolute changes in LST compared to non-engagement and irregular engagement groups; explaining 3.9% of all variance into these gains. In this model, sex (19.2%; p-value= 0.001), age (4.9%; p-value= 0.003) and maturation (6.2%; p-value= 0.001), also explained significant amount of the changes on LST. Similarly, in the adjusted models for BMD-Upper limbs, the frequent engagement in RT affected significantly the bone accrual; explaining6.6% of all variance into these gains. In this model, sex (3.8%; p-

value= 0.009) and changes in LST from upper limbs (3.7%; p-value= 0.010), also explained significant amount of the changes on BMD-Upper limbs.

Discussion

This longitudinal study analyzed the impact of RT on changes of bone density, body fatness and muscle mass in 190 adolescents after 12 months of follow-up. The main findings indicate that the regular engagement in RT seems beneficial to improve lean mass, as well as bone density on upper limbs, independently of lean mass gains (and other confounders).

After the consensus in the literature that RT when properly prescribed does not impair physical growth in pediatric populations, many studies have begun to analyze the impact of this training modality on metabolic, bone and body composition variables of children and adolescents(Benson, Torode, & Fiatarone Singh, 2008; Harries, Lubans, & Callister, 2012; Hind & Burrows, 2007). Our findings agree with recent literature. Our first results indicate that adolescents with frequent engagement in RT showed higher gains of LST and BMD compared to the other groups and these results can be explained by the fact that regular RT participation increase the concentration of hormones (GH, testosterone, IGF-1)(Avery D. Faigenbaum et al., 2009; Lloyd et al., 2014), which are extremely important in the anabolic tissue process, in addition to muscle hypertrophy (increases in muscular cross sectional area), neurological adaptations (increased neuromotor unit recruitment) and increased muscle strength (changes in fiber-type composition)(Avery D. Faigenbaum et al., 2009; Avery D. Faigenbaum, Lloyd, & Myer, 2013; Granacher et al., 2011; Kaji, 2014; Myer et al., 2012).

Moreover, it is known that the LST is positively related to BMD due to the fact that muscle contractions (during the exercise) generate stress in the bone matrix and increase the recruitment of bone formation cells (osteoblasts), stimulating the expansion

of the periosteum layer and collagen fibers (mechanostat theory)(Burrows, 2007; Vicente-Rodríguez, 2006).Thus, it can be stated that the increase in lean soft tissue is positively related to the increase in BMD.

On the other hand, it is important to highlight that in our results, the regular engagement in RT seems beneficial to BMD even after considering the effect of LST gain, allowing to speculate that RT positively affects bone health regardless of LST. The positive effect of physical exercise on bone health occurs in two ways, the first through muscle contractions (as explained above)(Burrows, 2007; Vicente-Rodríguez, 2006)and by the external forces such as weight-bearing activities(Burrows, 2007; Kontulainen, Sievänen, Kannus, Pasanen, & Vuori, 2003). Weight-bearing activities generate compressive forces in the bones (mainly in growth plates), which, as well as the stress caused in the bone matrix by muscle contractions, are beneficial for the development of bone tissue and the expansion of cortical bones(Behringer, Vom Heede, Yue, & Mester, 2010; Burrows, 2007; Kontulainen et al., 2003).

Lastly, the RT is an important manifestation of physical exercise in children and adolescents and able to develop muscle strength and motor skills(Behringer et al., 2010; Lloyd et al., 2015). The development of these components is extremely important for the adolescent to remain active during life, according to Faigenaum et al. (Avery D. Faigenbaum et al., 2013)there is a cascade of health consequences from low muscle strength and low motor skills. The low muscle strength and motor skills are related to increased sedentary behavior, increased risk factors and ultimately increased adverse health outcomes such as the development of chronic diseases(Kaji, 2014). Allowing speculation that the practice of resistance training during childhood and adolescence has benefits in addition to body composition and metabolic variables, but also increased physical activity during the life and decreased risk of developing diseases in adulthood

and so it should be encouraged by parents and professionals along with the classes of physical education in the schools(Avery D. Faigenbaum et al., 2013; Lloyd et al., 2015; Löfgren, Daly, Nilsson, Dencker, & Karlsson, 2013).

Limitations need to be highlighted. Despite adjustment for sex and somatic maturation, differences between boys and girls and maturational stages need to be considered in body composition variables and further studies should be encouraged to perform separate sex analyzes and comparing adolescents with a same maturational stage(Granacher et al., 2011). Besides that, the way RT was reported by the adolescents it offers limited data about the components of the training (volume, intensity and overload), the adolescents only reported the practice or not of resistance training. It is known that different periodization can cause different responses in physiological, metabolic and body composition variables. Finally, a longer follow-up period could be able to show significant results in bone mineral density of other body segments (not only in upper limbs) and should be encouraged in further researches.

Conclusion

In summary, the regular engagement in RT for 12 months seems beneficial to improve lean mass and bone density of upper limbs (even considering lean mass gain and other important covariates as adjustments) compared to adolescents who did not practice or practice irregularly this modality of training.

References

Agostinete, Ricardo R., Lynch, K. R., Gobbo, L. A., Lima, M. C. S., Ito, I. H., Luiz-de-Marco, R., … Fernandes, R. A. (2016). Basketball Affects Bone Mineral Density

Accrual in Boys More Than Swimming and Other Impact Sports: 9-mo Follow-Up. *Journal of Clinical Densitometry : The Official Journal of the International Society for Clinical Densitometry*, *19*(3), 375–381. https://doi.org/10.1016/j.jocd.2016.04.006

Agostinete, Ricardo Ribeiro, Maillane-Vanegas, S., Lynch, K. R., Turi-Lynch, B., Coelho-E-Silva, M. J., Campos, E. Z., … Araújo Fernandes, R. (2017). The Impact of Training Load on Bone Mineral Density of Adolescent Swimmers: A Structural Equation Modeling Approach. *Pediatric Exercise Science*, *29*(4), 520–528. https://doi.org/10.1123/pes.2017-0008

American Academy of Pediatrics Council on Sports Medicine and Fitness, McCambridge, T. M., & Stricker, P. R. (2008). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, *121*(4), 835–840. https://doi.org/10.1542/peds.2007-3790

Behm, D. G., Faigenbaum, A. D., Falk, B., & Klentrou, P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme*, *33*(3), 547–561. https://doi.org/10.1139/H08-020

Behringer, M., Vom Heede, A., Yue, Z., & Mester, J. (2010). Effects of resistance training in children and adolescents: a meta-analysis. *Pediatrics*, *126*(5), e1199-210. https://doi.org/10.1542/peds.2010-0445

Benson, A. C., Torode, M. E., & Fiatarone Singh, M. A. (2008). Effects of resistance training on metabolic fitness in children and adolescents: a systematic review. *Obesity Reviews : An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, *9*(1), 43–66. https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2007.00388.x

Bernhardt, D. T., Gomez, J., Johnson, M. D., Martin, T. J., Rowland, T. W., Small, E., … Committee on Sports Medicine and Fitness. (2001). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, *107*(6), 1470–1472. https://doi.org/10.1542/peds.107.6.1470

Burrows, M. (2007). Exercise and bone mineral accrual in children and adolescents. *Journal of Sports Science & Medicine*, *6*(3), 305–312. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24149416

Cayres, S. U., Werneck, A. O., Urban, J. B., Turi-Lynch, B. C., Barbosa, M. F., & Fernandes, R. A. (2019). Sports participation is inversely associated with C-reactive protein levels in adolescents: ABCD Growth Study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *29*(7), 1000–1005.

https://doi.org/10.1111/sms.13418

Exupério, I. N., Agostinete, R. R., Werneck, A. O., Maillane-Vanegas, S., Luiz-de-Marco, R., Mesquita, E. D. L., … Fernandes, R. A. (2019). Impact of Artistic Gymnastics on Bone Formation Marker, Density and Geometry in Female Adolescents: ABCD-Growth Study. *Journal of Bone Metabolism*, *26*(2), 75–82. https://doi.org/10.11005/jbm.2019.26.2.75

Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British Journal of Sports Medicine*, *44*(1), 56–63. https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.068098

Faigenbaum, Avery D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J. R., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *23*(5 Suppl), S60-79. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819df407

Faigenbaum, Avery D., Lloyd, R. S., & Myer, G. D. (2013). Youth resistance training: past practices, new perspectives, and future directions. *Pediatric Exercise Science*, *25*(4), 591–604. https://doi.org/10.1123/pes.25.4.591

Gómez-Bruton, A., Matute-Llorente, Á., González-Agüero, A., Casajús, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2017). Plyometric exercise and bone health in children and adolescents: a systematic review. *World Journal of Pediatrics : WJP*, *13*(2), 112–121. https://doi.org/10.1007/s12519-016-0076-0

Granacher, U., Goesele, A., Roggo, K., Wischer, T., Fischer, S., Zuerny, C., … Kriemler, S. (2011). Effects and mechanisms of strength training in children. *International Journal of Sports Medicine*, *32*(5), 357–364. https://doi.org/10.1055/s-0031-1271677

Guy, J. A., & Micheli, L. J. (2001). Strength training for children and adolescents. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, *9*(1), 29–36. https://doi.org/10.5435/00124635-200101000-00004

HAMILL, B. P. (1994). Relative safety of weightlifting and weight training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *8*(1), 53–57.

Harries, S. K., Lubans, D. R., & Callister, R. (2012). Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *15*(6), 532–540. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.02.005

Hind, K., & Burrows, M. (2007). Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: a review of controlled trials. *Bone*, *40*(1), 14–27. https://doi.org/10.1016/j.bone.2006.07.006

Jürimäe, J. (2017). Growth, Maturation and Exercise During Youth-2016. *Pediatric Exercise Science*, *29*(1), 3–7. https://doi.org/10.1123/pes.2017-0010

Kaji, H. (2014). Interaction between Muscle and Bone. *Journal of Bone Metabolism*, *21*(1), 29–40. https://doi.org/10.11005/jbm.2014.21.1.29

Kontulainen, S., Sievänen, H., Kannus, P., Pasanen, M., & Vuori, I. (2003). Effect of long-term impact-loading on mass, size, and estimated strength of humerus and radius of female racquet-sports players: a peripheral quantitative computed tomography study between young and old starters and controls. *Journal of Bone and Mineral Research : The Official Journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, *18*(2), 352–359. https://doi.org/10.1359/jbmr.2003.18.2.352

Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A., … Myer, G. D. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *British Journal of Sports Medicine*, *48*(7), 498–505. https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092952

Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Howard, R., De Ste Croix, M. B. A., Williams, C. A., … Myer, G. D. (2015). Long-term athletic development- part 1: a pathway for all youth. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *29*(5), 1439–1450. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000756

Löfgren, B., Daly, R. M., Nilsson, J.-Å., Dencker, M., & Karlsson, M. K. (2013). An increase in school-based physical education increases muscle strength in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *45*(5), 997–1003. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31827c0889

Maillane-Vanegas, S., Agostinete, R. R., R Lynch, K., H Ito, I., Luiz-de-Marco, R., Rodrigues-Junior, M. A., … A Fernandes, R. (2018). Bone Mineral Density and Sports Participation. *Journal of Clinical Densitometry : The Official Journal of the International Society for Clinical Densitometry*, (5). https://doi.org/10.1016/j.jocd.2018.05.041

Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *34*(4), 689–694. https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020

Myer, G. D., Faigenbaum, A. D., Ford, K. R., Best, T. M., Bergeron, M. F., & Hewett, T. E. (2012). When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries and enhance health in youth? *Current Sports Medicine Reports*, *10*(3), 155–166. https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31821b1442

Nemet, D., & Cooper, D. M. (2002). Exercise, diet, and childhood obesity: the GH-IGF-I connection. *Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism : JPEM*, *15 Suppl 2*, 751–757. https://doi.org/10.1515/jpem.2002.15.s2.751

Ratel, S. (2011). High-intensity and resistance training and elite young athletes. *Medicine and Sport Science*, *56*, 84–96. https://doi.org/10.1159/000320635

Saeidifard, F., Medina-Inojosa, J. R., West, C. P., Olson, T. P., Somers, V. K., Bonikowske, A. R., … Lopez-Jimenez, F. (2019). The association of resistance training with mortality: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*, *26*(15), 1647–1665. https://doi.org/10.1177/2047487319850718

Schranz, N., Tomkinson, G., Parletta, N., Petkov, J., & Olds, T. (2014). Can resistance training change the strength, body composition and self-concept of overweight and obese adolescent males? A randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, *48*(20), 1482–1488. https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092209

Stricker, P. R. (2002). Sports training issues for the pediatric athlete. *Pediatric Clinics of North America*, *49*(4), 793–802, vii. https://doi.org/10.1016/s0031-3955(02)00019-6

Urban, J., Cayres, S., Codogno, J., Turi-Lynch, B., Mantovani, A., & Fernandes, R. (2019). Sports participation and adiposity do not mediate the relationship between birth weight and arterial thickness in adolescents: ABCD Growth Study. *Cardiology in the Young*, *29*(5), 620–625. https://doi.org/10.1017/S1047951119000325

Vicente-Rodríguez, G. (2006). How does exercise affect bone development during growth? *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *36*(7), 561–569. https://doi.org/10.2165/00007256-200636070-00002

Webb, D. R. (1990). Strength training in children and adolescents. *Pediatric Clinics of North America*, *37*(5), 1187–1210. https://doi.org/10.1016/s0031-3955(16)36983-8

Werneck, A. O., Agostinete, R. R., Cayres, S. U., Urban, J. B., Wigna, A., Chagas, L. G. de M., … Fernandes, R. A. (2018). Association between Cluster of Lifestyle Behaviors and HOMA-IR among Adolescents: ABCD Growth Study. *Medicina*

(Kaunas, Lithuania), *54*(6). https://doi.org/10.3390/medicina54060096

Table 1. General characteristics of the sample at baseline stratified by the engagement in resistance training (n= 190; ABCD Growth Study, 2017-2018).

	Resistance Training Engagement			
	Non-engagement (n= 121)	Irregular (n= 44)	Frequent (n= 25)	ANOVA
Variables	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	p-value
Baseline				
Boys / Girls	90 / 31	27 / 17	14 / 11	---
Age (year)	14.3 (2.2)	15.1 (1.8)	15.4 (1.8)[a]	0.026
Body weight (kg)	57.4 (15.6)	57.5 (11.9)	62.2 (12.3)	0.315
Height (cm)	165.8 (12.3)	167.5 (9.6)	169.8 (8.3)	0.255
Body fatness (%)	23.1 (11.7)	20.5 (10.5)	20.2 (7.8)	0.275
LST (kg)	41.1 (10.1)	43.8 (10.5)	43.2 (13.3)	0.277
Maturity offset (year)	0.8 (1.7)	1.5 (1.3)	2.3 (1.5)[a]	0.001
BMD (g/cm^2)				
Upper limbs	0.782 (0.108)	0.827 (0.118)	0.843 (0.135)[a]	0.013
Lower limbs	1.207 (0.146)	1.282 (0.179)[a]	1.281 (0.152)	0.008
Spine	1.013 (0.149)	1.090 (0.148)[a]	1.127 (0.154)[a]	0.001
Whole body	1.098 (0.111)	1.164 (0.129)[a]	1.165 (0.122)[a]	0.001
Categorical data				
Supplementation (yes)	9.9%	11.4%	40.1%	0.001
Breakfast (skipping)	62.8%	40.9%	48.1%	0.034
Obesity*	36.4%	27.3%	20.1%	0.077

*= body fatness ≥ 30% and ≥ 25% for girls and boys, respectively; SD= standard deviation; RT= resistance training; ANOVA= analysis of variance; LST= lean soft tissue; PHV= peak of height velocity; BMD= bone mineral density; a= denotes statistical significance <0.05 compared to None Resistance Training Engagement (Tukey's post-hoc test).

Table 2. Changes after 12-moinths in body composition aspects in adolescents according to engagement in resistance training (n= 190; ABCD Growth Study, 2017-2018).

	Pattern of engagement in resistance training			
	None (n= 121)	Irregular (n= 44)	Frequent (n= 25)	ANOVA
Independent variables	Mean (95%CI)	Mean (95%CI)	Mean (95%CI)	p-value
Absolut change (Δ)				
Body fatness (%)	-0.400 (-1.465 to 0.665)	0.558 (-1.059 to 2.176)	-0.192 (-2.099 to 1.715)	0.630
LST (kg)	2.809 (2.061 to 3.558)	2.279 (0.398 to 4.160)	6.551 (1.171 to 11.390)[a,b]	0.012
BMD-Upper limbs(g/cm^2)	0.049 (0.039 to 0.060)	0.048 (0.026 to 0.071)	0.093 (0.066 to 0.121)[a,b]	0.005
BMD-Lower limbs(g/cm^2)	0.050 (0.038 to 0.062)	0.051 (0.026 to 0.075)	0.066 (0.028 to 0.104)	0.592
BMD-Spine(g/cm^2)	0.005 (-0.005 to 0.017)	-0.006 (-0.036 to 0.022)	0.003 (-0.034 to 0.040)	0.647
BMD-Whole body(g/cm^2)	0.037 (0.028 to 0.046)	0.031 (0.011 to 0.050)	0.056 (0.031 to 0.081)	0.161

95%CI= 95% confidence interval; ANOVA= analysis of variance; LST= lean soft tissue; BMD= bone mineral density; a= denotes statistical significance <0.05 compared to None Resistance Training Engagement (Tukey's post-hoc test); b= denotes statistical significance <0.05 compared to Irregular Resistance Training Engagement (Tukey's post-hoc test).

Table 3. Changes after 12-moinths in lean soft tissue and bone density in adolescents according to engagement in resistance training (n= 190; ABCD Growth Study, 2017-2018).

	Resistance Training Engagement			
	None (n= 121)	Irregular (n= 44)	Frequent (n= 25)	ANCOVA
Independent variables	Mean (95%CI)	Mean (95%CI)	Mean (95%CI)	p-value (ES-r)
Absolut change (Δ)				
Model – 1				
LST (kg)	2.452 (1.461 to 3.442)	3.476 (1.844 to 5.107)	6.160 (3.727 to 8.593) [a]	0.031 (0.039)
Model – 2				
BMD-Upper limbs (g/cm^2)	0.046 (0.036 to 0.056)	0.057 (0.040 to 0.073)	0.096 (0.072 to 0.121)[a,b]	0.002 (0.066)

95%CI= 95% confidence interval; ANCOVA= analysis of covariance; LST= lean soft tissue; BMD= bone mineral density; ES-r= eta-squared; a= denotes statistical significance <0.05 compared to None Resistance Training Engagement (Tukey's post-hoc test); b= denotes statistical significance <0.05 compared to Irregular Resistance Training Engagement (Tukey's post-hoc test).

Model – 1: adjusted by age (p-value= 0.003 and ES-r= 0.049 [4.9%]), sex (p-value= 0.001 and ES-r= 0.192 [19.2%]), maturity offset (p-value= 0.001 and ES-r= 0.062 [6.2%]), supplement use (p-value= 0.329 and ES-r= 0.005 [0.5%]), previous time of engagement in RT (p-value= 0.393 and ES-r= 0.004 [0.4%]), skipping breakfast (p-value= 0.564 and ES-r= 0.002 [0.2%]) and LST at baseline (p-value= 0.001 and ES-r= 0.237 [23.7%]).

Model – 2: adjusted by age (p-value= 0.226 and ES-r= 0.008 [0.8%]), sex (p-value= 0.009 and ES-r= 0.038 [3.8%]), maturity offset (p-value= 0.172 and ES-r= 0.011 [1.1%]), supplement use (p-value= 0.631 and ES-r= 0.001 [0.1%]), previous time of engagement in RT (p-value= 0.132 and ES-r= 0.013 [1.3%]), skipping breakfast (p-value= 0.486 and ES-r= 0.003 [0.3%]), BMD-Upper limbs at baseline (p-value= 0.001 and ES-r= 0.178 [17.8%]) and changes in LST-Upper limbs (p-value= 0.010 and ES-r= 0.037 [3.7%]).

ANEXO – 3

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Intitulado Impacto do Treinamento Resistido sobre a Composição Corporal de Adolescente: ABCD Growth Study

AUTOR: JEFFERSON DE SOUZA DIAS
ORIENTADOR: ROMULO ARAÚJO FERNANDES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em FISIOTERAPIA, área: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ROMULO ARAÚJO FERNANDES
Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP

Prof. Dr. DIEGO GIULLIANO DESTRO CHRISTÓFARO
Educação Física / FCT/UNESP - Presidente Prudente

Prof. Dr. ÍTALO RIBEIRO LEMES
Fisioterapia / Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO)/Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Presidente Prudente, 07 de agosto de 2020

ANEXO - 4

Journal of
Child Health Care

Impact of resistance training on body composition aspects of adolescents: ABCD Growth Study

Journal:	*Journal of Child Health Care*
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Original Article
Keyword:	Resistance Training, Adolescent, Body Composition, Bone Mineral Density, Lean Soft Tissue
Abstract:	Resistance training (RT) is a method of physical training that involves resistive loads, targeting improvements on muscle fitness. The use of RT in pediatric group is controversial. Analyze the effect of RT on body composition in adolescents over 12 months of follow-up. Longitudinal descriptive analytical study, data from "ABCD- Growth Study", Presidente Prudente, SP. Sample consisted n=190 individuals of both sexes, divided into 3 groups: control(n=121), irregular(n=44), frequent(n=25). Engagement in RT was reported automatically. The variables analyzed: body adiposity by densitometry; fat mineral mass and bone mineral mass. A descriptive statistic of mean values, standard deviation and 95% confidence intervals. Pearson's correlation increased the relationship between RT and body composition. The dependent variables were treated as absolute changes (Δ), while comparisons according of different interaction patterns in RT were performed through analysis of variables (ANOVA).All analyzes use BioEstat statistical software (5.0) and the significance level of<0.05. No significance found in body fat(p=0.630), increase in lean soft tissue in all groups(p=0.012) greater magnitude in adolescents involved in RT throughout the period than irregular adolescents and not engaged. Regular practice has benefits in body composition compared to irregular practice and control.

SCHOLARONE™
Manuscripts