

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Elisa Corrêa Marson

EFEITOS DOS DIFERENTES TIPOS DE TREINAMENTO FÍSICO NOS NÍVEIS  
GLICÊMICOS E INSULINÊMICOS DE CRIANÇAS COM SOBREPESO OU  
OBESIDADE: METANÁLISE DE ESTUDOS RANDOMIZADOS

Porto Alegre

2015

Elisa Corrêa Marson

EFEITOS DOS DIFERENTES TIPOS DE TREINAMENTO FÍSICO NOS NÍVEIS  
GLICÊMICOS E INSULINÊMICOS DE CRIANÇAS COM SOBREPESO OU  
OBESIDADE: METANÁLISE DE ESTUDOS RANDOMIZADOS

Trabalho de conclusão de curso com objetivo do  
título de licenciado em Educação Física pela  
Escola de Educação Física da Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Luiz Fernando Martins Kruel

Co-orientador: Rodrigo SudattiDelevatti

Porto Alegre

2015

Eliisa Corrêa Marson

EFEITOS DOS DIFERENTES TIPOS DE TREINAMENTO FÍSICO NOS NÍVEIS  
GLICÊMICOS E INSULINÊMICOS DE CRIANÇAS COM SOBREPESO OU  
OBESIDADE: METANÁLISE DE ESTUDOS RANDOMIZADOS

Conceito Final:

Aprovado em ..... de .....de.....

BANCA EXAMINADORA

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. .... – UFRGS/RS

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. .... – UFRGS/RS

## Resumo

Atualmente a estima-se que 170 milhões de crianças no mundo estejam acima do peso, sendo assim, esse se tornou um problema de saúde pública. Um dos fatores de risco que a obesidade pode acarretar é a resistência à insulina e outras disfunções em parâmetros glicêmicos. Sendo que isso pode ser prevenido ou tratado a partir do exercício físico que é uma importante ferramenta no tratamento da obesidade e sobrepeso. Em geral, os estudos utilizam a modalidade de exercício aeróbico, o que deixa uma lacuna sobre o efeito de outros tipos de exercício físico sobre parâmetros glicêmicos, como o de força e a combinação de exercício de força e aeróbico. Sendo assim o objetivo do estudo foi conduzir uma metanálise de ensaios clínicos randomizados analisando o efeito de diferentes modalidades de exercício físico sobre o controle glicêmico e insulinêmico de crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesos. A metanálise seguiu as recomendações propostas pela Cochrane e pelo PRISMA. Para a busca foram utilizadas as seguintes bases de dados, sem limite de data: Medline via Pubmed, Cochrane CENTRAL, SportDiscus e LILACS. Primeiramente foram encontrados 1853 estudos, sendo que destes 18 preencheram os critérios de inclusão e foram aceitos para a meta-análise. A análise de risco de viés apontou que metade dos estudos não se preocupou em explicar o processo de randomização, garantir que a randomização foi feita somente após os testes pré-treinamento e/ou relatar o cegamento dos avaliadores. A metanálise apontou que o treinamento físico em geral não foi associado com redução nos níveis de glicemia de jejum comparado ao controle, porém foi associado com reduções na insulina de jejum e no HOMA. Em um segundo momento, foi feita uma análise de cada modalidade (aeróbico, força e combinado) em comparação ao grupo controle. Nenhuma das modalidades foi associada com reduções nos níveis de glicemia de jejum, entretanto o treinamento aeróbico e combinado teve relação com reduções na insulina de jejum. Por fim, no desfecho HOMA o treinamento aeróbico foi o único que foi associado com reduções comparado ao grupo controle. Não houveram estudos suficientes com o desfecho HOMA para que comparações pudessem ser feitas entre o treinamento de força e combinado e o grupo controle. Concluindo, é consenso que o exercício físico com algum componente aeróbico durante a sessão parece melhorar significativamente a insulina de jejum e o HOMA de crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade podendo a prevenir futuramente a diabetes mellitus tipo 2 e a síndrome metabólica.

Palavras chaves: Obesidade infantil, resistência à insulina, exercício físico.

## ABSTRACT

Currently estimates that 170 million of children in the world are overweight, therefore, this has become a public health problem. One of risk factors that obesity can cause is insulin resistance and other disorders in glycemic parameters. This condition can be treated from the physical exercise is an important tool in the treatment of obesity and overweight. In general, the studies use the aerobic exercise mode, which leaves a gap on the effect of other types of exercise, such as strength and resistance exercise on aerobic and combination glycemic parameters. Thus the aim of the study was to conduct a meta-analysis of randomized clinical trials examining the effect of different types of exercise on glycemic and insulinemic control of children and adolescents overweight or obese. The meta-analysis followed the recommendations proposed by the Cochrane and the PRISMA. For the search we used the following databases, undated limit: Medline via Pubmed, Cochrane CENTRAL, SportDiscus and LILACS. Were initially found 1853 studies, and of these 18 fulfilled the inclusion criteria and were accepted for meta-analysis. The bias of risk analysis pointed out that half of the studies did not bother to explain the randomization process, ensure that randomization was made only after the pre-training test and / or report the blinding of evaluators. The meta-analysis showed that physical training in general was not associated with a reduction in the levels of fasting blood glucose levels compared to the control, but was associated with reductions in fasting insulin and HOMA. After that, an analysis of each modality (aerobic, strength and combined) compared to the control group was made. None of the modality was associated with decreases in fasting glucose levels, though the aerobic and combined training was related to reductions in fasting insulin. Finally, in the HOMA outcome aerobic training was the one who was associated with reductions compared to the control group. There were no enough studies with HOMA outcome that comparisons could be made between strength and combined training and the control group. In conclusion, the consensus is that physical exercise with some aerobic component during the session appears to significantly improve fasting insulin and HOMA in child and adolescent with overweight and obesity, and may in the future prevent type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome.

Key words: Childhood obesity, insulin resistance, exercise.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma de identificação dos estudos para inclusão na meta-análise	13
Figura 2. Análise do risco de viés	20
Figura 3. Análise da glicemia de jejum comparando o efeito do treinamento físico com grupo controle	21
Figura 4. Análise da insulina de jejum comparando o efeito do treinamento físico com o grupo controle	22
Figura 5. Análise do HOMA comparando o efeito do treinamento físico com grupo controle	22
Figura 6. Análise da glicemia de jejum comparando o efeito do treinamento aeróbico com grupo controle	23
Figura 7. Análise da insulina de jejum comparando o efeito do treinamento aeróbico com grupo controle	23
Figura 8. Análise do HOMA comparando o efeito do treinamento aeróbico com grupo controle	23
Figura 9. Análise da glicemia de jejum comparando o efeito do treinamento de força com grupo controle.	24
Figura 10. Análise da insulina de jejum comparando o efeito do treinamento de força com grupo controle	24
Figura 11. Análise da glicemia de jejum comparando o efeito do treinamento combinado com grupo controle	25
Figura 12. Análise da insulina de jejum comparando o efeito do treinamento combinado com grupo controle	25

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro1. Caracterização dos estudos	16
Quadro2. Características das intervenções	17

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MÉTODOS.....	11
2.1. Delineamento do estudo.....	11
2.2. Estratégias de busca e seleção dos estudos.....	11
2.3. Critérios de elegibilidade.....	12
2.4. Extrações dos dados.....	12
2.5. Avaliação da qualidade metodológica (Risco de viés).....	12
2.6. Análise estatística.....	13
3. RESULTADOS.....	14
3.1. Descrição dos estudos.....	14
3.2. Análise do risco de viés.....	20
3.3. Efeitos das intervenções sobre os níveis glicêmicos, insulinêmicos e sobre a resistência a insulina (HOMA).....	19
3.3.1 Estudos com treinamento diferenciado.....	20
3.3.2. Efeito do treinamento físico em geral.....	21
3.3.3. Efeito do treinamento aeróbico.....	22
3.3.4 Efeito do treinamento de força.....	24
3.3.5 Efeito do treinamento combinado.....	24
4. DISCUSSÃO.....	26
5. CONCLUSÃO.....	30
6. REFERÊNCIAS.....	31
7. ANEXOS.....	34



## 1. INTRODUÇÃO

A obesidade em crianças e adolescentes tem sido um dos maiores problemas de saúde pública do último século. Estima-se que cerca de 170 milhões de crianças no mundo estejam acima do peso, sendo que a sua maior prevalência encontra-se em países de renda média e alta. Segundo a classificação da World Health Organization (WHO), o sobrepeso é definido pela presença de um percentil maior que 85 e obesidade quando é maior que 95 para crianças de mesma idade e sexo (WHO, 2012; WHO, 1995). Sendo que essa condição pode acarretar em vários outros fatores de risco, como aumento da pressão arterial, resistência à insulina e o desenvolvimento de dislipidemias, por esse fato, essa tem sido considerada a doença mais importante de evitarmos nessa população (Dietz, 2004). Dentre estes fatores de risco, se destaca a resistência à insulina, que está relacionada a diminuição da capacidade da insulina de estimular a utilização da glicose pelo músculo, podendo resultar, posteriormente, em um feedback negativo que acaba diminuindo sua produção (Chiarelli et al., 2008). Pode também se dizer que ela está diretamente ligada com o aumento da gordura corporal e visceral. Dessa maneira, cada vez mais cedo as crianças e adolescentes tem sido diagnosticadas com diabetes mellitus tipo 2 (DMT2) e doenças cardiovasculares (Goran et al., 2002).

Sabe-se que um dos fatores ligados ao risco de sobrepeso e obesidade na infância e adolescência é o estilo de vida sedentário (Rennie et al., 2005). O estudo de Rey-López et al. (2008) deu um destaque para o tempo em que as crianças assistem televisão como sendo um fator determinante no ganho de peso, comparado a outras atividades como jogar vídeo game e computador. Porém, muitas vezes essa consequência não é vista de imediato, e sim analisando longitudinalmente a influência do sedentarismo na obesidade e outros fatores de risco. Sendo assim, torna-se de suma importância uma abordagem que integre nutrição (que também é um fator determinante para a obesidade) e exercício físico, buscando a diminuição do tempo sentado e do sedentarismo, promovendo assim o tratamento dessa condição. Para que esse exercício físico seja ótimo para a população escolhida, é necessário que haja investigações sobre as variáveis de treinamento para descobrir qual a modalidade, volume e intensidade que proporcionam os maiores benefícios. Vários estudos (Kelley & Kelley, 2007; Garcia-Hermoso et al., 2013; Garcia-Hermoso et al., 2014) demonstraram o quanto exercício físico pode ser benéfico no controle de parâmetros metabólicos em crianças e jovens com sobrepeso, incluindo entre esses parâmetros a resistência à insulina.

A metanálise de García-Hermoso (2014) mostrou que o exercício físico aeróbico pode vir a reduzir a resistência à insulina, principalmente em adolescentes em programas com mais

de 12 semanas, três vezes por semana, 60 minutos por sessão. Como essa revisão antes citada, a maioria das metanálises (Saavedra et al., 2011; Kelley & Kelley, 2007; García-Hermoso et al., 2013) que tem como população alvo crianças com sobrepeso, utilizam como modalidade o exercício aeróbico como caminhada, corrida, ciclismo entre outras atividades. Em exceção, a metanálise de Schranz et al. (2013) analisou o efeito do treinamento de força na composição corporal de crianças e adolescentes obesos e concluiu que houve um efeito pequeno do treinamento sobre esses parâmetros. Nota-se que faltam na literatura estudos que apresentem uma visão de outras modalidades de exercício, como o treinamento de força e o treinamento aeróbico aliado ao treinamento de força (treinamento combinado) sobre parâmetros glicêmicos nessa população para que possamos elucidar de forma mais completa o papel do exercício sobre essa condição.

Por isso, devido ao crescimento alarmante do sobrepeso e da obesidade na população jovem e a importância de se estudar as diversas modalidades, volume e intensidade de exercícios físicos o objetivo desse estudo foi conduzir uma metanálise de ensaios clínicos randomizados analisando o efeito de diferentes modalidades de exercício físico sobre o controle glicêmico e insulinêmico de crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesos.

## 2. METODOS

### 2.1 Delineamento do estudo

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados, com realização de metanálise, realizada de acordo com o *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) e com o *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*.

### 2.2 Estratégias de busca e seleção dos estudos

Para o estudo foram utilizadas as seguintes bases de dados sem limite de datas: Medline via Pubmed, Cochrane CENTRAL, SportDiscus e LILACS. Adicionalmente, foi realizada uma busca manual nas referências dos estudos encontrados nas bases de dados escolhidas. Foram incluídos apenas artigos já publicados em periódicos. Teses, dissertações e trabalhos de conclusão foram excluídos. Resultados iguais publicados em estudos diferentes foram considerados únicos para a análise.

Não houve restrição de idioma na realização das buscas. Os operadores *booleanos* “OR” e “AND” foram utilizados. Na PubMed, as buscas foram realizadas utilizando-se os termos MeSH e seus respectivos sinônimos, nas outras bases termos correspondentes aos MeSH foram utilizados. No anexo 1 encontra-se a estratégia de busca utilizada no PubMed.

Foi feita inicialmente uma busca nas bases de dados anteriormente citadas. Os estudos encontrados foram analisados por dois revisores de acordo com os critérios de elegibilidade. Primeiramente, foi realizada a leitura apenas do título e do resumo dos estudos encontrados. Em seguida, foi feita a leitura na íntegra dos artigos pelos dois revisores (E.C.M e N.N.) a fim de verificar se todos preenchiam os critérios de inclusão. Após essa análise, os revisores (E.C.M e N.N.) confrontaram os estudos a fim de descobrir se havia algum estudo diferente entre os dois, o que foi discutido entre os dois revisores. Caso a indecisão persistisse, um terceiro revisor (R.S.D) decidiu a inclusão ou não do estudo. Em seguida foi realizada a leitura completa dos estudos selecionados.

### **2.3 Critérios de elegibilidade**

Foram incluídos estudos com crianças e adolescentes (até 19 anos) de ambos os sexos, que fossem obesos ou com sobrepeso e que estivessem sedentários (no mínimo 3 meses sem fazer exercício físico estruturado) no início do estudo.

Foram incluídos apenas ensaios clínicos randomizados que tivessem intervenção de no mínimo seis semanas de qualquer tipo de exercício físico (estruturado ou não). Não houve restrição à modalidade, intensidade, volume e frequência de exercício físico. Foram incluídos ensaios clínicos que realizaram a comparação de ao menos um grupo de treinamento físico com um grupo controle ou aqueles que compararam dois os mais modelos de treinamento físico. Foram consideradas na análise estatística apenas as comparações que estivessem presentes em mais de três estudos, os que não preenchiam esse critério tiveram os seus dados apenas descritos nos resultados. Nos estudos em que havia grupo de exercício físico mais acompanhamento nutricional e um grupo apenas com acompanhamento nutricional, este último foi considerado o grupo controle, pelo fato dele controlar melhor o exercício físico do que um grupo sem intervenção nenhuma.

Foram analisados os desfechos relacionados ao controle glicêmico, sendo estes : a) Glicemia de Jejum; b) Insulina de Jejum e c) *Homeostasis Model Assessment* (HOMA).

### **2.4 Extração dos dados**

A extração dos dados foi realizada por dois revisores independentes (E.C.M e N.N), sendo os resultados de cada um confrontados para se evitar qualquer falha no processo de extração. A extração dos dados foi realizada a partir de formulário padronizado, composto pelos seguintes dados: primeiro autor do estudo, população, intervenção e desfechos. Com relação à população, foram extraídas as variáveis idade média, comorbidades e co-intervenção dietética. Com relação ao treinamento, foram extraídos os dados de modalidade, tempo de intervenção, duração, frequência, número de séries e repetições, intensidade, zona de força, intervalo de recuperação entre as séries e duração da sessão. Todos os valores (média e desvio padrão) dos desfechos de glicemia de jejum, insulina de jejum e HOMA foram extraídos.

### **2.5 Avaliação da qualidade metodológica (Risco de viés)**

A avaliação do risco de viés foi realizada por dois autores (E.C.M e N.N), considerando os seguintes critérios: a) Geração de sequência adequada; b) sigilo da alocação;

c) cegamento dos avaliadores dos desfechos; d) análise por intenção de tratar; e) descrição das perdas e exclusões.

## **2.6 Análise estatística/metanálise**

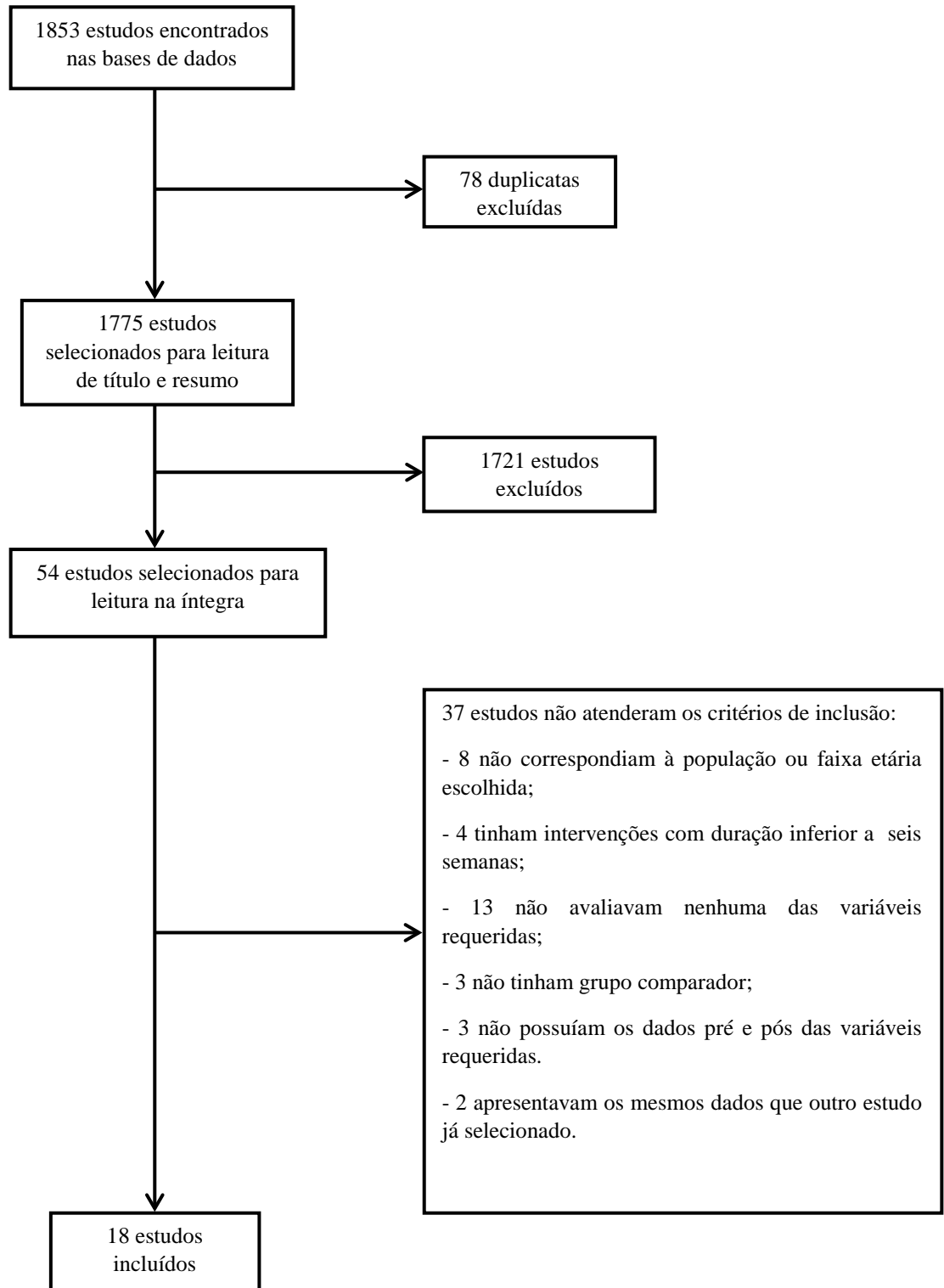
Os resultados foram apresentados como diferença média ponderada com intervalos de confiança (IC) de 95%. Os cálculos foram realizados usando um método de efeitos aleatórios, adotando-se um  $\alpha$  de 0,05. A heterogeneidade estatística dos efeitos da intervenção entre os estudos foi avaliada pelo uso do Cochran's Q teste e a inconsistência pelo teste  $I^2$ , sendo os valores acima de 25 e 50% considerados indicativos de moderada e alta heterogeneidade, respectivamente. Todas as análises foram conduzidas usando o *Review Manager*, version 5.3.

O viés de publicação foi avaliado usando um gráfico de funil para o tamanho do efeito contra o erro padrão de cada ensaio.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Descrição dos Estudos**

A busca inicial de artigos resultou na presença de 1853 estudos, dentre estes estudos foram excluídas 78 duplicatas resultando em 1775 para a análise do título e resumo. Após essa leitura inicial, 1721 artigos foram excluídos por não preencherem os critérios de inclusão da presente metanálise. Posteriormente, os 54 artigos restantes foram analisados na íntegra, sendo incluídos 18 estudos. A Figura 1 representa um fluxograma dos estudos incluídos e o motivo da exclusão de alguns estudos.



**Figura 1.** Fluxograma de identificação dos estudos para inclusão na meta-análise.

No quadro 1 são apresentadas as características gerais dos estudos, como o número total de participantes, idade média, sexo, co-intervenção dietética e perdas amostrais.

**Quadro1.** Caracterização dos estudos.

<b>Estudos</b>	<b>Número amostral total</b>	<b>Idade média e sexo</b>	<b>Co-intervenção dietética</b>	<b>Perdas amostrais</b>
<b>1. Ackel et al. (2014)</b>	72	16,46 ± 1.51 (F/M)	Sim	NR
<b>2. Davis et al. (2009a)</b>	21	15,2± 1,1 (F)	Sim	9
<b>3. Davis et al. (2009b)</b>	38	15,5 ± 1.0 (F/M)	Sim	12
<b>4. Davis et al. (2011)</b>	26	15,8 ± 1.1 (F)	Não	6
<b>5. Farpouret al. (2009)</b>	44	8,9 ± 1.5 (F/M)	Não	8
<b>6. Foshiniet al.(2010)</b>	32	16,50 ± 1.74 (F/M)	Sim	N
<b>7. Inoue et al. (2014)</b>	45	16,28 ± 1.34 (F/M)	Sim	35
<b>8. Karacabey (2009)</b>	40	11,5 ±0,65 (M)	Não	N
<b>9. Kelly et al. (2004)</b>	20	10,9 ± 0.4 (F/M)	Não	5
<b>10. Lee et al. (2010a)</b>	18	16,72 ± 0.69 (F)	Não	N
<b>11. Lee et al. (2012)</b>	42	14,8± 1.6 (M)	Sim	3
<b>12. Lee et al. (2013)</b>	36	14,8±2.0 (F)	Sim	6
<b>13. Leite et al. (2013)</b>	59	12,75 ± 1.7 (F)	Sim	26
<b>14. Meyer et al. (2006)</b>	67	13,9 ± 2.25 (F/M)	Não	19
<b>15. Murphy et al. (2009)</b>	35	10,21± 1.6 (F/M)	Não	NR
<b>16. Rosenbaum et al. (2006)</b>	53	13,65 ±1.15 (F/M)	Sim	18
<b>17. Tsangetal (2009)</b>	19	13,1 ± 2.1 (F/M)	Não	1
<b>18. Wong et al. (2008)</b>	24	14±1.3 (M)	Não	N

F, feminino; M, masculino; NR, não relatado; N. sem perdas.

No quadro 2 são apresentadas as características das intervenções feitas em cada estudo, como o tempo de intervenção, modalidades e número amostral e características do treinamento.



Quadro 2. Caracterização das intervenções.

Estudo	Tempo de intervenção	Modalidades e número amostral	Características dos treinamentos
1. Ackel et al. (2014)	27 semanas	Aeróbico (24) Combinado (24) Lazer (24)	<b>Aeróbico:</b> 3x por semana, sessões de 60 min, intensidade do LV1. <b>Combinado:</b> treinamento aeróbico somado a um treinamento de força de 3x por semana, sessões de 60 min, 10 exercícios, 20-15; 12-10, 8-6 RM. <b>Lazer:</b> Atividades recreativas.
2. Davis et al. (2009a)	16 semanas	Força (9) Combinado (15) Controle (7)	<b>Força:</b> 2x por semana, sessões de 60 min (a intensidade não foi relatada). <b>Combinado:</b> 2x por semana, sessões de 30 min de treinamento aeróbico e 30 min de treinamento de força (a intensidade não foi relatada).
3. Davis et al. (2009b)	16 semanas	Força + Nutrição (17) Nutrição (21)	<b>Força:</b> 2x por semana, sessões de 60 minutos, 10 exercícios (a intensidade não foi relatada).
4. Davis et al. (2011)	16 semanas	Combinado (14) Controle (12)	<b>Combinado:</b> 2x por semana, sessões de 30-45 min, 12-14; 10-12; 8-10 repetições.
5. Farpouret al. (2009)	13,5 semanas	Combinado (22) Controle (22)	<b>Combinado:</b> <u>Aeróbico</u> 3x por semana, sessões de 30 min, intensidade de 55 a 60% do $VO_{2max}$ , <u>Força:</u> 3x por semana, sessões de 20 min, 2-3 séries de 10-15 repetições
6. Foshiniet al. (2010)	14 semanas	Combinado – Periodização Linear (16) Combinado – Periodização Ondulatória (16)	<b>Aeróbico:</b> 3x por semana, sessões de 30 min, na intensidade do LV1. <b>Força:</b> 3x por semana, sessões de 30 min seguindo as recomendações do American College of Sports Medicine. O grupo de periodização linear e ondulatória tiveram seu volume e intensidade modificados de forma diferente, porém, seus valores finais foram equivalentes.
7. Inoue et al. (2014)	48 semanas	Aeróbico (20) Combinado – Periodização Linear (13)	<b>Aeróbico:</b> 3x por semana, sessões de 30 min, na intensidade do LV1. <b>Força:</b> 3x por semana, sessões de 30 min seguindo as recomendações do American College of Sports Medicine. O grupo de periodização linear e ondulatória tiveram seu volume e intensidade modificados de forma diferente, porém, seus valores finais foram

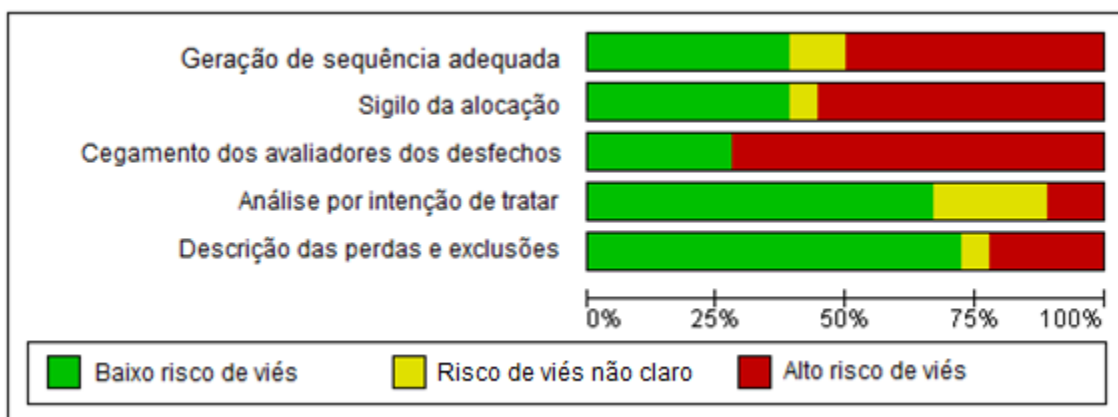
		Combinada Periodização Ondulatória (12)	- equivalentes.
<b>8. Karacabey (2009)</b>	12 semanas	Aeróbico (20) Controle (20)	<b>Aeróbico:</b> 3x por semana, sessões de 60 min, intensidade de 50-65% da FC de reserva.
<b>9. Kelly et al. (2004)</b>	8 semanas	Aeróbico (10) Controle (10)	<b>Aeróbico:</b> 4 x por semana, sessões de 30-50 min, intensidade de 50- 90% do $VO_{2\text{pico}}$ .
<b>10. Lee et al. (2010 a)</b>	12 semanas	Aeróbico (11) Controle (7)	<b>Aeróbico:</b> 4x por semana, sessões de 30-40 min, intensidade de 40-80% da $FC_{\text{máx}}$ .
<b>11. Lee et al. (2012)</b>	12 semanas	Aeróbico (15) Força (16) Controle (11)	<b>Aeróbico:</b> 3x por semana, sessões de 60 min, durante o treinamento a parte principal aumentou de 45 para 30 min e a intensidade 50-75% $VO_{2\text{pico}}$ . <b>Força:</b> 3x por semana, sessões de 60 minutos, 10 exercícios, progredindo de 2 séries de 10-12 repetições a 60% 1RM e depois da 4-12 semana iam até a fadiga. O intervalo entre séries era de 1-2 min.
<b>12. Lee et al. (2013)</b>	12 semanas	Aeróbico (14) Força (14) Controle (8)	<b>Aeróbico:</b> 3x por semana, sessões de 60 min, durante o treinamento a parte principal aumentou de 45 para 30 min e a intensidade 50-75% $VO_{2\text{pico}}$ . <b>Força:</b> 3x por semana, sessões de 60 minutos, 10 exercícios, progredindo de 2 séries de 10-12 repetições a 60% 1RM e depois da 4-12 semana iam até a fadiga. O intervalo entre séries era de 1-2 min.
<b>13. Leite et al. (2013)</b>	12 semanas	Aeróbico (43) Controle (16)	<b>Aeróbico:</b> 3x por semana, sessões de 90 minutos, na intensidade de 35-75% da $FC_{\text{reserva}}$ .
<b>14. Meyer et al. (2006)</b>	24 semanas	Aeróbico (33) Controle (34)	<b>Aeróbico:</b> 3x por semana, na segunda eram feitas sessões de 60 minutos atividades aquáticas (natação ou hidroginástica), na quarta praticavam 90 minutos de esportes e na sexta 60 minutos de caminhada.

<b>15. Murphy et al. (2009)</b>	12 semanas	Aeróbico (23) Controle (12)	<b>Aeróbico:</b> Eram realizados exercícios aeróbicos em um vídeo game de dança, a intensidade aumentou progressivamente durante o treinamento. Os sujeitos eram encorajados a utilizar o vídeo game 5x por semana.
<b>16. Rosenbaum et al. (2006)</b>	12 semanas	Aeróbico (49) Controle (24)	<b>Aeróbico:</b> 3x por semana eram oferecidas atividades de dança e lutas. Os participantes poderiam optar entre essas atividades ou participar regularmente de exercícios na academia.
<b>17. Tsanget al. (2009)</b>	27 semanas	Kung fu (11) Controle Taichi (8)	<b>Kung Fu:</b> O grupo era orientado por um profissional na área de kung fu e fazia aula 3x por semana em sessões de 40 minutos. <b>Controle taichi:</b> O grupo era orientado por um profissional na área de Taichi e fazia aula 3x por semana em sessões de 40 minutos.
<b>18. Wong et al. (2008)</b>	12 semanas	Combinado (12) Controle (12)	<b>Combinado:</b> 2x por semana, sessões de 45-62 min, intensidade de 50-85% da FC <sub>máx</sub> .

LV1, Primeiro limiar ventilatório; RM, Repetições máximas.

### 3.2. Análise do risco de viés

Os resultados da análise do risco de viés encontram-se na figura 2. De acordo com essa análise, apesar de todos os estudos serem ensaios clínicos randomizados, menos da metade (7 estudos) explicaram o processo de randomização dos sujeitos nos grupos. Destes 7, apenas 6 garantiram que a alocação foi feita apenas após as avaliações pré-treinamento e destes somente 5 relataram que houve cegamento dos avaliadores durante esse processo. Em contraponto a maioria dos estudos realizou a análise por intenção de tratar (14 estudos) e 11 estudos descreveram as perdas amostrais corretamente.



**Figura 2.** Análise do risco de viés.

### 3.3. Efeitos das intervenções sobre os níveis glicêmicos, insulinêmicos e sobre a resistência a insulina (HOMA)

#### 3.3.1 Estudos com treinamento diferenciado

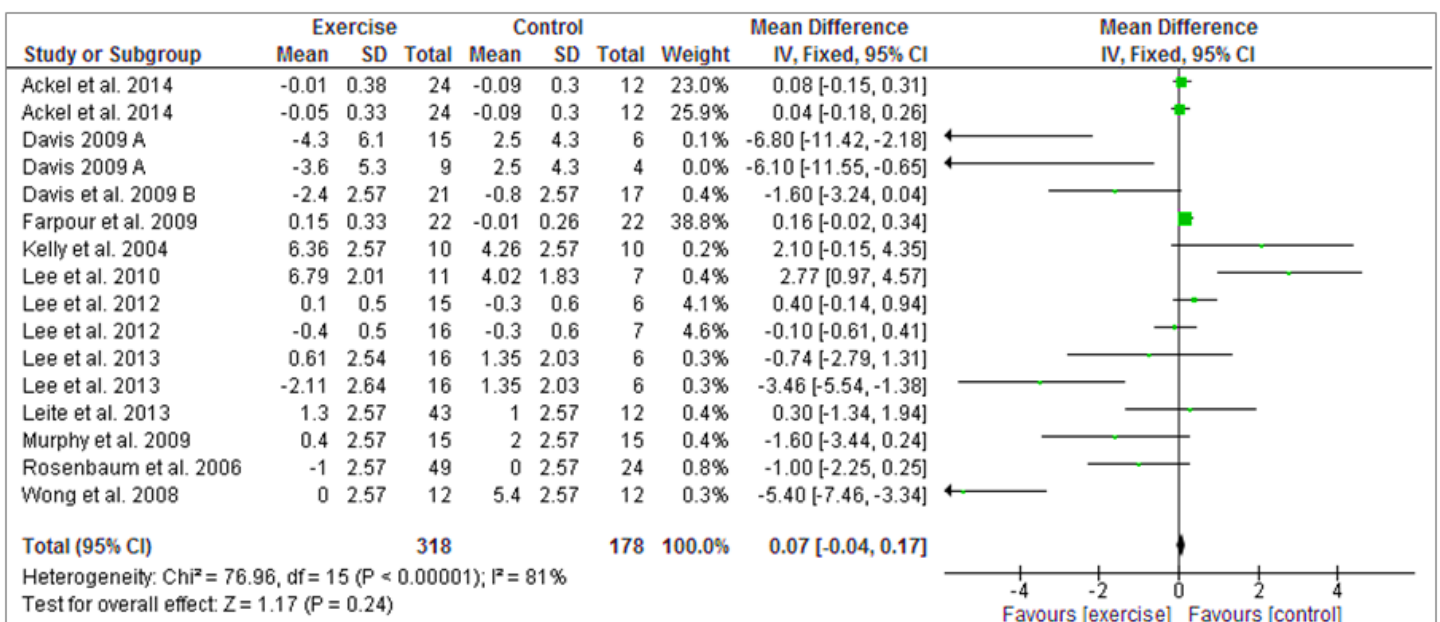
Os estudos de Foschiniet al. (2010) Inoue et al. (2014) e Tsang (2009) não foram incluídos na análise estatística por não se encaixarem nas comparações realizadas. O estudo de Foschiniet al. (2010) comparou dois tipos de periodização de um treinamento combinado, uma de progressão linear e outra de progressão ondulatória, pelo período de 14 semanas. Após a intervenção apenas no grupo que realizou a periodização ondulatória obteve melhoras significativas nos desfechos de insulina de jejum e HOMA.

O estudo de Inoue et al. (2014) teve um desenho de grupos parecido com o anterior, diferenciando-se apenas na inclusão de um grupo de treinamento aeróbico e na duração que foi de um ano. Nesse estudo, houve redução significativa nos grupos de treinamento combinado (com periodização linear e ondulatória), nos desfechos glicemia de jejum, insulina de jejum e HOMA após o período de intervenção.

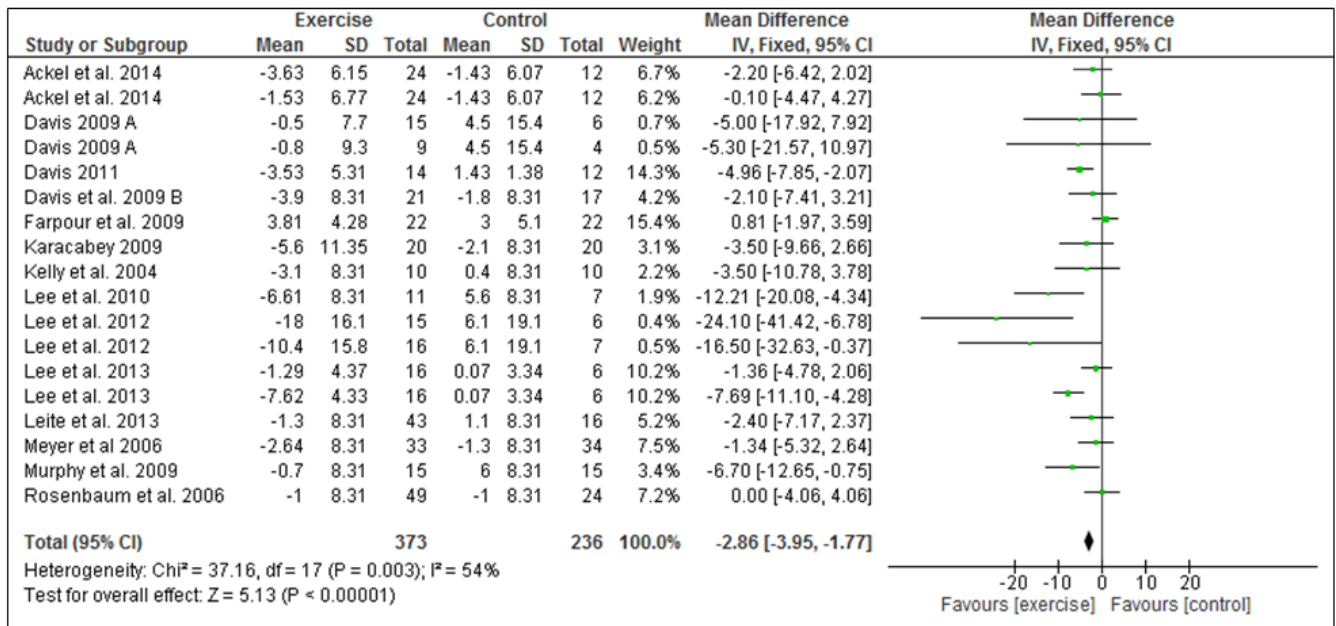
O último estudo a ser descrito foi o de Tsanget al. (2009) que comparou dois tipos de intervenções, um grupo que realizava aulas de Kung Fu e o outro grupo (controle) realizava aulas de taichi com a mesma frequência e duração por um período de 27 semanas. Após a intervenção não houve reduções significativas na glicemia de jejum, insulina de jejum e HOMA em nenhum dos grupos.

### 3.3.2. Efeito do treinamento físico em geral

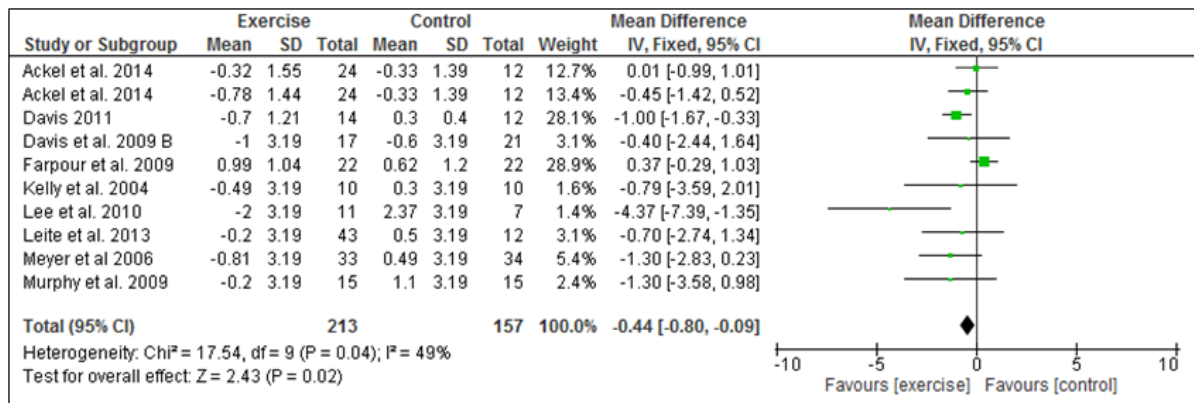
A relação entre o treinamento físico e as mudanças nos níveis de glicemia de jejum, insulina de jejum e resistência a insulina, avaliada pelo *Homeostasis Model Assessment* (HOMA), são apresentadas nas figuras 3, 4 e 5, respectivamente. O treinamento físico em geral não foi associado com redução nos níveis de glicemia de jejum comparado com controles (Diferença média (DM) de 0.07 mg/dl; intervalo de confiança de 95% (IC): -0.04 a 0.17;  $I^2 = 81%$ , p para heterogeneidade < 0.001). Diferentemente, o treinamento físico em geral foi associado com redução nos níveis de insulina de jejum (DM de -2.86Uu/ml; IC 95%: -3.95 a -1.77;  $I^2 = 54%$ , p para heterogeneidade = 0.003) e do HOMA (DM de -0.44; IC 95%: -0.80 a -0.09;  $I^2 = 49%$ , p para heterogeneidade = 0.04) comparado com controles.



**Figura 3.** Análise da glicemia de jejum comparando o efeito do treinamento físico com grupo controle.



**Figura 4.** Análise da insulina de jejum comparando o efeito do treinamento físico com grupo controle.

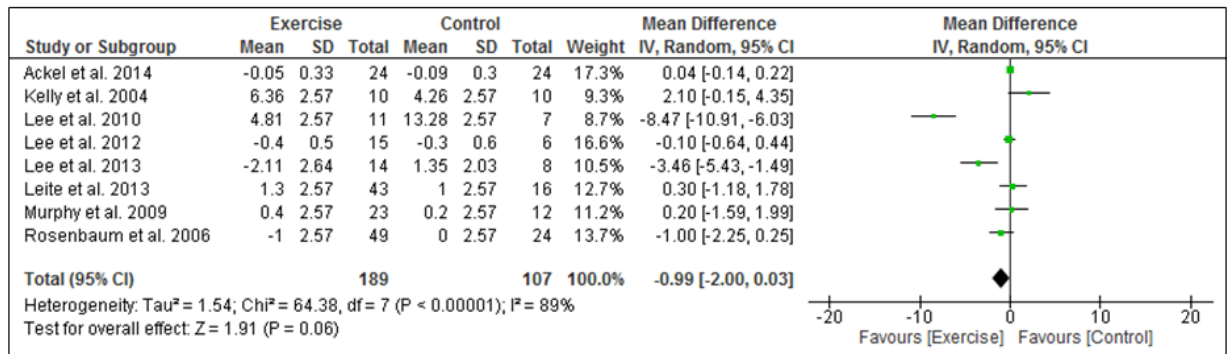


**Figura 5.** Análise do HOMA comparando o efeito do treinamento físico com grupo controle.

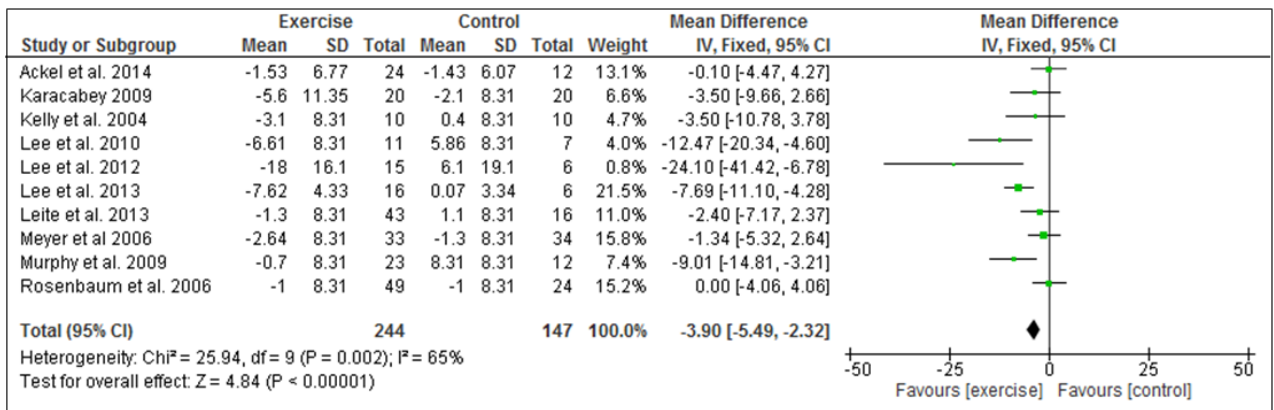
### 3.3.3 Efeito do treinamento aeróbico

Em um segundo momento, foi feita uma análise de cada modalidade em comparação ao grupo controle. O treinamento aeróbico não apresentou associação com melhoras na glicemia de jejum (oito estudos, 189 sujeitos; DM de -0.99; IC 95%: -2.00 a 0.03; I<sup>2</sup> = 89%, p para heterogeneidade < 0.001), mas foi associado com uma redução nos níveis de insulina de jejum (10 estudos, 244 sujeitos; DM de -3.90Uu/ml; IC 95%: -5.49 a -2.32; I<sup>2</sup> = 65%, p para heterogeneidade = 0.002) e do HOMA (cinco estudos, 134 sujeitos; DM de -1.01; IC 95%: -

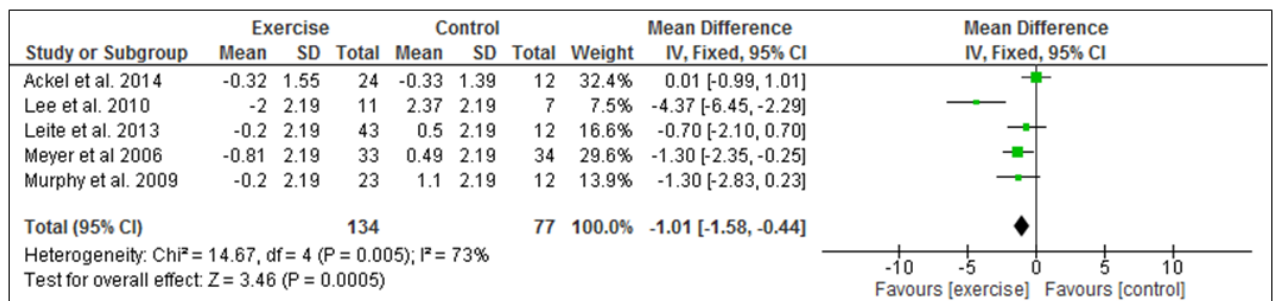
1.58 a -0.44;  $I^2 = 73\%$ ,  $p$  para heterogeneidade = 0.005). A relação entre o treinamento aeróbico e as mudanças nos desfechos glicemia de jejum, insulina de jejum e do HOMA são apresentadas respectivamente nas figuras 6, 7 e 8.



**Figura 6.** Análise da glicemia de jejum comparando o efeito do treinamento aeróbico com grupo controle.



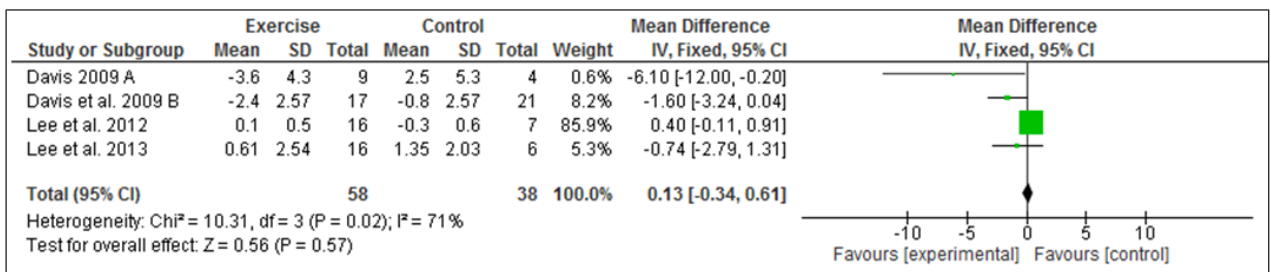
**Figura 7.** Análise da insulina de jejum comparando o efeito do treinamento aeróbico com grupo controle.



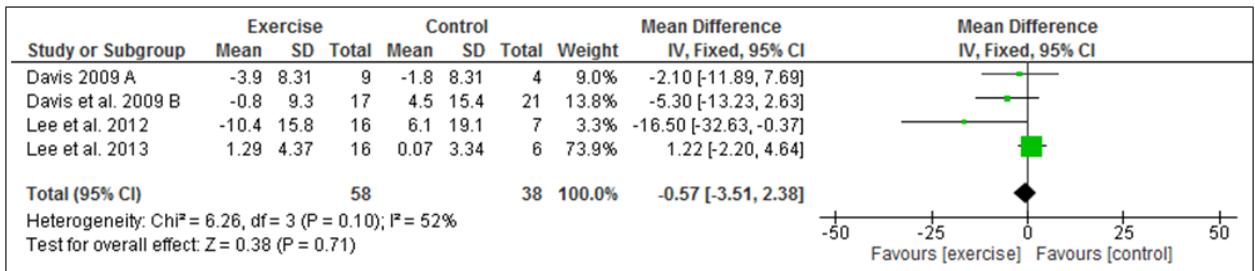
**Figura 8.** Análise do HOMA comparando o efeito do treinamento aeróbico com grupo controle.

### 3.3.4 Efeito do treinamento de força

A terceira análise realizada foi entre a modalidade treinamento de força em comparação ao grupo controle. O treinamento de força não apresentou associação com melhoras na glicemia de jejum (quatro estudos, 58 sujeitos; DM de 0.13; IC 95%: -0.34 a 0.61;  $I^2 = 71\%$ , p para heterogeneidade = 0.02), assim como na insulina de jejum (quatro estudos, 58 sujeitos; DM de -0.57; IC 95%: -3.51 a 2.38;  $I^2 = 52\%$ , p para heterogeneidade = 0.10). Não houveram estudos suficientes com o desfecho HOMA para que comparações pudessem ser feitas. A relação entre o treinamento de força e as mudanças nos desfechos glicemia de jejum e insulina de jejum é apresentada respectivamente nas figuras 9 e 10.



**Figura 9.** Análise da glicemia de jejum comparando o efeito do treinamento de força com grupo controle.



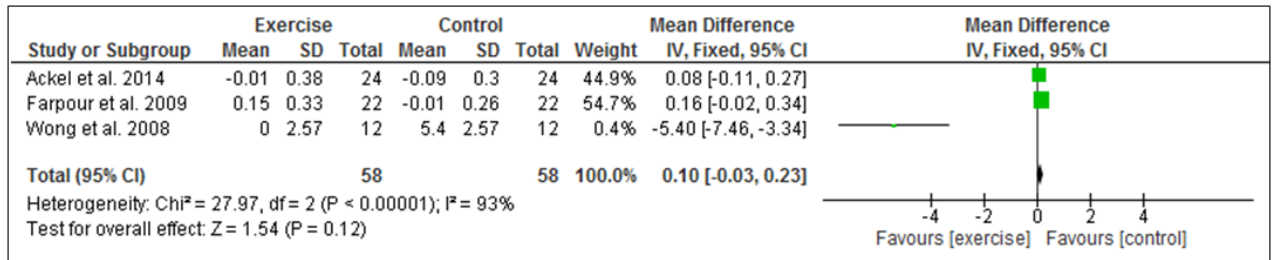
**Figura 10.** Análise da insulina de jejum comparando o efeito do treinamento de força com grupo controle.

### 3.3.5 Efeito do treinamento combinado

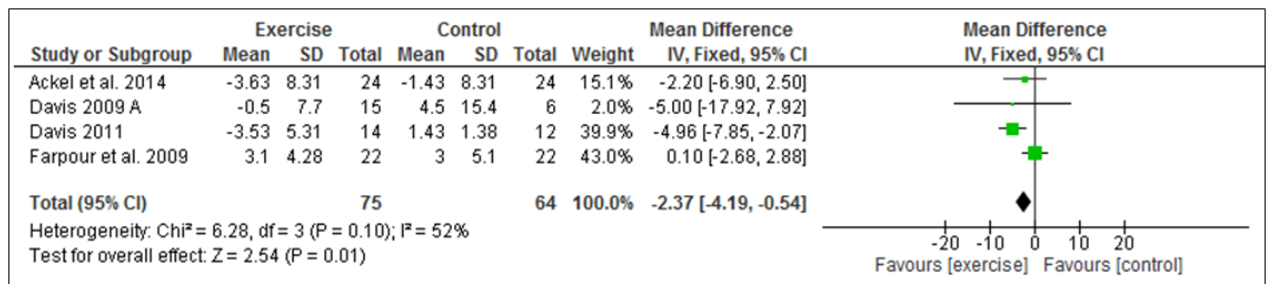
Por fim, foi feita uma análise entre a modalidade treinamento combinado em comparação com o grupo controle. O treinamento combinado não apresentou associação com melhoras na glicemia de jejum (três estudos, 58 sujeitos; DM de 0.10; IC 95%: -0.03 a 0.23;  $I^2 = 93\%$ , p para heterogeneidade < 0.001), porém, foi associado com uma redução nos níveis de insulina de jejum (quatro estudos, 75 sujeitos; DM de -2.37; IC 95%: -4.19 a -0.54;  $I^2 = 52\%$ , p para heterogeneidade = 0.10). Não foram encontrados estudos suficientes com o desfecho



HOMA para que comparações pudessem ser feitas. A relação entre o treinamento combinado e as mudanças nos desfechos glicemia de jejum e insulina de jejum é apresentada respectivamente nas figuras 11 e 12.



**Figura 11.** Análise da glicemia de jejum comparando o efeito do treinamento combinado com grupo controle.



**Figura 12.** Análise da insulina de jejum comparando o efeito do treinamento combinado com grupo controle.

#### **4. DISCUSSÃO**

A presente metanálise buscou analisar o efeito de diferentes modalidades de exercício físico sobre os níveis glicêmicos e insulinêmicos de crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesos. Visto que para essa população sujeita a diversos fatores de risco como a hipertensão arterial, dislipidemias e o nosso foco, a resistência à insulina, o exercício físico é um importante aliado. Outras metanálise já haviam investigado o efeito do treinamento físico aeróbico sobre esses níveis nesta população, porém faltavam esclarecimento sobre as outras modalidades. Para isso, 18 artigos relacionados ao assunto foram encontrados, sendo que 15 foram utilizados para a análise estatística. As modalidades de treinamento pesquisadas foram o treinamento aeróbico, de força e combinado.

##### Efeitos do treinamento físico sobre a glicemia de jejum

Primeiramente, para um parâmetro geral sobre os efeitos do exercício físico sobre a glicemia de jejum, insulina de jejum e HOMA, uma comparação entre todos os tipos de intervenção e o grupo controle foi realizada. Essa análise apontou que não houveram mudanças significativas no desfecho de glicemia de jejum.

Em um segundo momento, o exercício físico foi separado em três modalidades: exercício aeróbico, exercício de força e exercício combinado. De acordo com essas análises mais detalhadas, o comportamento da glicemia de jejum foi semelhante em todas as comparações, não havendo reduções significativas após nenhum dos tipos de intervenção comparada ao grupo controle. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato dos níveis basais de glicemia de jejum na maioria dos casos ainda estar dentro de um valor aceitável nessa população de crianças e adolescentes. Isso por que provavelmente, sua glicemia normal está sendo mantida por uma produção acima do normal de insulina (Chiarelli et al., 2008). Dessa maneira, muitas vezes o diagnóstico da DMT2 pode estar sendo retardado, pois só a glicemia de jejum é levada em consideração em alguns exames clínicos. Quando na verdade, se a insulina de jejum fosse analisada medidas prévias para evitar o desenvolvimento da diabetes poderiam ser tomadas.

Esses resultados encontrados diferem-se dos da metanálise de Garcia-Hermoso et al. (2014) que analisaram o efeito do exercício na glicemia de jejum e encontraram mudanças significativas no grupo intervenção. Porém, o estudo de Garcia –Hermoso et al. (2014) só analisou estudos com treinamento aeróbico, sendo que para a estatística foram utilizados sete estudos e destes apenas dois (Lee et al., 2010; Lee et al., 2012) foram os mesmos dessa

metanálise devido ao fato de só terem considerados crianças e adolescentes obesos e estudos sem intervenção nutricional. Ao compararmos estes achados com os nossos resultados, realmente esta modalidade foi a que mais se aproximou de uma redução significativa.

#### Efeitos do treinamento físico sobre a insulina de jejum

Para a comparação com o treinamento físico geral foram encontrados 14 estudos, onde houve redução significativa da insulina de jejum após a intervenção. Já na análise das modalidades,houveram reduções significativas tanto para o treinamento aeróbico, onde foram analisados 10 estudos, quanto para o treinamento combinado, com quatro estudos, já no treinamento de força não houve melhoras significativas. Esse resultado não é bem esclarecido na literatura, visto que poucos estudos de revisão (Garcia-Hermoso 2014; Goran et al., 2013) analisaram isso e concluíram que o exercício físico tem um importante papel sobre na redução da insulina de jejum, porém os mecanismos que explicariam essa diminuição ainda não estão claros. Acredita-se que um dos mecanismos presentes nessa redução possa estar associado com o efeito anti-inflamatório que o exercício físico possui, pois auxilia na redução da gordura corporal e conseqüentemente da citocinas pró-inflamatórias (Pauli et al., 2009). Apesar disso, segundo Goran et al (2013) estudos tem demonstrado melhoras na ação insulínica independente de mudanças na gordura corporal, sugerindo que não sejam necessárias mudanças morfológicas para que essa redução ocorra. Analisando os estudos é possível notar que em apenas um deles (Kelly, 2004) os valores de insulina de jejum basais eram considerados normais para crianças e adolescentes de acordo com a I Diretriz de prevenção da aterosclerose na infância e na adolescência (SBC, 2005) que considera valores entre 15-20 $\mu$ U/ml, sendo que em alguns artigos esse valor foi até acima de 30 um/L. Esse fato reforça a ideia de que os valores normais de glicemia de jejum estão sendo mantidos a custa de uma produção acima do normal de insulina.

Apenas o exercício de força não causou alterações significativas na insulina de jejum. Talvez esse resultado tenha ocorrido pelo fato de existirem poucos estudos analisando essa modalidade. Sendo que nessa metanálise foram encontrados apenas quatro estudos (Davis et. al., 2009 A; Davis et al., 2009 B; Lee et al., 2012; Lee et al., 2013) e o desvio-padrão de todos eles foi considerado alto. A maioria dos estudos com treinamento de força na população de crianças e jovens tem como desfecho primário as mudanças na força, de hipertrofia muscular e composição corporal, poucos são aqueles que analisam desfechos metabólicos. Por isso, na prescrição do treinamento de força para essa população é necessário cautela, visto que devido

aos poucos estudos encontrados fica difícil obter uma resposta definitiva acerca dos seus efeitos.

#### Efeito do treinamento físico sobre os níveis do *Homeostasis Model Assessment*(HOMA)

Para esse desfecho (HOMA) só houve estudos suficientes para realizar a comparação no treinamento físico em geral e na modalidade de treinamento aeróbico. Em ambos os casos o grupo intervenção foi associado com melhoras nos níveis de HOMA. Apesar de não haver estudos suficientes para a comparação nos métodos treinamento de força e combinado, é interessante mostrar que dos dois artigos encontrados (Davis et al., 2009; Davis et al., 2011) que analisaram HOMA o que analisou os efeitos do treinamento combinado (Davis et al., 2011) obteve redução significativa.

Essa melhora na resistência a insulina após o treinamento físico em geral e principalmente aeróbico pode ser explicado pelo aumento da expressão e translocação de GLUT-4 e também da atividade enzimática. Além disso, como já foi falado, o exercício físico é capaz de diminuir a inflamação dos tecidos metabólicos através da diminuição da gordura corporal e, conseqüentemente, de citocinas inflamatórias com a TNF- $\alpha$  (Pauliet al.,2009). É importante lembrar que, como já dito nos tópicos anteriores, observando que a glicemia não teve mudança significativa após o treinamento, as melhoras relacionadas ao treinamento físico nessa população são principalmente em relação à diminuição da resistência à insulina. Isto demonstra a importância de observarmos essas variáveis nos exames clínicos em crianças e adolescentes, para desde cedo podermos ter conhecimento sobre esses fatores. Esses resultados tem grande importância clínica visto que a resistência à insulina é considerada uma das principais características para o desenvolvimento da síndrome metabólica (Carroll & Dudfield, 2004) que tem cada vez aumentado nessa população, devido aos hábitos alimentares ruins e o sedentarismo.

#### Considerações Gerais

Uma limitação desta metanálise foi a heterogeneidade entre os estudos analisados., que pode ter ocorrido por algumas razões. Primeiramente a faixa – etária dos estudos escolhidos foi bem ampla, podendo abranger indivíduos na fase pré-puberal e pós- puberal, a o que pode influenciar nos resultados, principalmente de resistência a insulina devido a diferente proporção de gordura corporal. Outro fator é que os estudos envolviam diversas

etnias, segundo Goran et al (2003) existem diferenças na sensibilidade à insulina de crianças africanas, caucasianas e hispânicas que devem ser melhor investigados,

A análise do risco de viés apontou que a maioria dos estudos apresentava uma metodologia que deixava a desejar em mais de um dos aspectos avaliados. Em mais da metade dos artigos faltou clareza na explicação do processo de randomização, assim como na garantia de que a alocação foi realizada após os testes pré – treinamento e se os avaliadores foram cegados. Porém, como ponto positivo, a maioria dos estudos realizou a análise por intenção de tratar e descreveu suas perdas o que é importante para a análise mais fiel dos resultados.

Como aplicação prática desses resultados é necessário ressaltar que o exercício físico é uma importante ferramenta na melhora de parâmetros insulinêmicos, auxiliando assim na prevenção de fatores de risco como a DM2 e a síndrome metabólica, sempre contendo um componente aeróbico.

## 5. CONCLUSÃO

Conclui-se que o exercício físico em geral parece ser a uma importante ferramenta para a diminuição da insulina de jejum e a resistência à insulina em crianças e jovens com sobrepeso ou obesidade. No desfecho glicemia de jejum o exercício em geral não resultou em mudanças significativas para essa população. Quanto a análise individual de cada tipo de exercício físico o treinamento aeróbico e o treinamento combinado foram os que resultaram em mudanças significativas nos desfechos insulina de jejum e HOMA, enquanto a glicemia de jejum não teve queda significativa após nenhum tipo de treinamento físico. Os resultados desfavoráveis para glicemia de jejum podem ser explicados pela população do estudo, que ainda possui um valor de glicemia normal, diferente de indivíduos diabéticos. Esse fato ressalta a hipótese que talvez devemos passar a observar mais os resultados da insulina de jejum, que parece ser o primeiro desfecho a sofrer prejuízos no metabolismo glicêmico, e assim, evitar que o pâncreas dessas crianças e adolescentes seja sobrecarregado.

Devido à heterogeneidade significativa em todas as comparações e a inconsistência variando de moderada a alta, conclusões mais precisas se tornam difíceis. Porém é evidente que o exercício físico com algum componente aeróbico durante a sessão parece melhorar significativamente a insulina de jejum e o HOMA de crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade podendo a prevenir futuramente a diabetes mellitus tipo 2 e a síndrome metabólica.

## 6.REFERÊNCIAS

- ACKEL-D'ELIA,C et al. Effects of different physical exercises on leptin concentration in obese adolescents. *Int J Sports Med*. 2014 Feb;35(2):164-71. doi: 10.1055/s-0033-1345128.
- CHIARELLI, Francesco; MARCOVVECHIO, MariaLoredana.Insulin resistance and obesity in childhood.*EuropeanJournalofEndocrinology* (2008) 159 S67–S74.
- CARROLL, Sean; DUDFIELD, Mike. What is the Relationship Between Exercise and Metabolic Abnormalities?A Review of the Metabolic Syndrome. *Sports Med* 2004; 34 (6): 371-418.
- DAVIS,Jaimie et al.Aerobic and strength training reduces adiposity in overweight Latina adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2009 Jul;41(7):1494-503. doi: 10.1249/MSS.0b013e31819b6aea.
- DAVIS,Jaimie et al. Randomized control trial to improve adiposity and insulin resistance in overweight Latino adolescents.*Obesity (Silver Spring)*. 2009 Aug;17(8):1542-8. doi: 10.1038/oby.2009.19.
- DAVIS,Jaimie et al. Gyllenhammer L.E., Vanni A.A., Meija M., Tung A., Schroeder E.T., Spruijt-Metz D., GoranM.I.Startup circuit training program reduces metabolic risk in Latino adolescents.*MedSci Sports Exerc*. 2011 Nov;43(11):2195-203. doi: 10.1249/MSS.0b013e31821f5d4e.
- DIETZ,Willian; ROBINSON, Tomas.Overweight in childhood and adolescence. *New England Journal of Medicine* 2004 350 855–857.
- FARPOUR-LAMBERT, etal.Physical activity reduces systemic blood pressure and improves early markers of atherosclerosis in pre-pubertal obese children. *J Am CollCardiol*. 2009 Dec 15;54(25):2396-406. doi: 10.1016/j.jacc.2009.08.030.
- FOSCHINI, Denis et al. Treatment of obese adolescents: the influence of periodization models and ACE genotype. *Obesity (Silver Spring)*. 2010 Apr;18(4):766-72. doi: 10.1038/oby.2009.247.
- GARCÍA-HERMOSO, Antonio; SAAVEDRA José; ESCALANTE, Iolanda. Effects of exercise on resting blood pressure in obese children: a meta-analysis of randomized controlled trials.*Obes Rev*. 2013 Nov;14(11):919-28.
- GARCÍA - HERMOSO, Antonioet al. Aerobic exercise reduces insulin resistance markers in obese youth: a meta-analysis of randomized controlled trials.*Eur J Endocrinol*. 2014 Oct;171(4):R163-71.
- GORAN, Michael; BALL, Geoff; CRUZ, Martha. Obesity and risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease in children and adolescents. *J ClinEndocrinolMetab*. 2003 Apr; 88(4):1417-27.
- RENNIE, Kirsten; JOHNSON, Laura; JEBB, Susan. Behavioural determinants of obesity. *Best Pract Res ClinEndocrinolMetab* 2005;19(3):343e58.
- INOUE, Daniela Sayuri et al. Linear and Undulating Periodized Strength Plus Aerobic Training Promote Similar Benefits and Lead to Improvement of Insulin Resistance on Obese

Adolescents, *Journal of Diabetes and Its Complications* (2014), doi:10.1016/j.jdiacomp.2014.11.002

KARACABEY, K. The effect of exercise on leptin, insulin, cortisol and lipid profiles in obese children. *J Int Med Res.* 2009 Sep-Oct;37(5):1472-8.

KELLEY, George; KELLEY, Kristi. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in children and adolescents: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Atherosclerosis.* 2007 Apr; 191(2): 447–453.

KELLY, Aaron et al. Inflammation, insulin, and endothelial function in overweight children and adolescents: the role of exercise. *JPediatr.* 2004 Dec;145(6):731-6.

LEE, Kyu-Jin et al. Aerobic exercise training-induced decrease in plasma visfatin and insulin resistance in obese female adolescents. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010 Aug;20(4):275-81.

LEE, SoJung et al. Effects of aerobic versus resistance exercise without caloric restriction on abdominal fat, intrahepatic lipid, and insulin sensitivity in obese adolescent boys: a randomized, controlled trial. *Diabetes.* 2012 Nov;61(11):2787-95. doi: 10.2337/db12-0214.

LEE, SoJung et al. Aerobic exercise but not resistance exercise reduces intrahepatic lipid content and visceral fat and improves insulin sensitivity in obese adolescent girls: a randomized controlled trial. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2013 Nov 15;305(10):E1222-9. doi: 10.1152/ajpendo.00285.2013.

LEITE, Neiva et al. Age and menarcheal status do not influence metabolic response to aerobic training in overweight girls. *Diabetol Metab Syndr.* 2013 Feb 25;5(1):7. doi: 10.1186/1758-5996-5-7.

MEYER, Andreas. et al. Improvement of early vascular changes and cardiovascular risk factors in obese children after a six-month exercise program. *J Am Coll Cardiol.* 2006 Nov 7;48(9):1865-70.

MURPHY, Emily et al. Effects of an exercise intervention using Dance Dance Revolution on endothelial function and other risk factors in overweight children. Effects of an exercise intervention using Dance Dance Revolution on endothelial function and other risk factors in overweight children. *Int J Pediatr Obes.* 2009;4(4):205-14. doi: 10.3109/17477160902846187.

PAULI, José Rodrigo et al. New mechanisms by which physical exercise improves insulin resistance in the skeletal muscle. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2009; 53 (4): 399-408.

RENNIE, Kirsten; JOHNSON, Laura; JEBB, Susan. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism.* 19 (3): 343–358, 2005.

REY-LÓPEZ, Juan Pablo et al. Sedentary behaviour and obesity development in children and adolescents. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2008 Mar;18(3):242-51.

ROSENBAUM, Michael et al. School-based intervention acutely improves insulin sensitivity and decreases inflammatory markers and body fatness in junior high school students. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007 Feb;92(2):504-8.

SAAVEDRA, José; ESCALANTE, Yolanda; GARCIA-HERMOSO, Antonio. Improvement of aerobic fitness in obese children: a meta-analysis. *Int J Pediatr Obes.* 2011 Aug;6(3-4):169-77.



SCHANZ, Natasha; TOMKISON, Grant; OLDS, Tim. What is the Effect of Resistance Training on the Strength, Body Composition and Psychosocial Status of Overweight and Obese Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2013 Sep;43(9):893-907.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. I Diretriz de prevenção da aterosclerose na infância e adolescência. *Arq Bras Cardiol.* 2007; 85 (supl6): 1-36.

TSANG, Tracey et al. A randomized controlled trial of Kung Fu training for metabolic health in overweight/obese adolescents: the "martial fitness" study. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2009 Jul;22(7):595-607.

WONG, Patrícia et al. Effects of a 12-week exercise training programme on aerobic fitness, body composition, blood lipids and C-reactive protein in adolescents with obesity. *Ann Acad Med Singapore.* 2008 Apr;37(4):286-93.

WHO, Population-based approaches to childhood obesity prevention. World Health Organization Press, Geneva, Switzerland; 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO; 1995

## Anexos

Quadro 1. Estratégia de busca utilizada no PubMed

<p><b>#1</b></p>	<p>Search (“Child”[Mesh] OR Children[title/abstract]) OR (“Adolescent”[Mesh] OR Adolescents[title/abstract] OR Adolescence[title/abstract] OR Teens[title/abstract] OR Teen [title/abstract] OR Teenagers[title/abstract] OR Teenager[title/abstract] OR Youth[title/abstract] OR Youths[title/abstract] OR “Adolescents, Female”[title/abstract] OR “Adolescent, Female”[title/abstract] OR “Female Adolescents”[title/abstract] OR “Female Adolescent”[title/abstract] OR “Adolescents, Male”[title/abstract] OR “Adolescent, Male”[title/abstract] OR “Male Adolescent”[title/abstract] OR “Male Adolescents”[title/abstract])</p>
<p><b>#2</b></p>	<p>Search (“Exercise”[Mesh] OR Exercises[title/abstract] OR “Exercise, Physical”[title/abstract] OR title/abstract OR “Exercises, Physical”[title/abstract] AND “Physical Exercise”[title/abstract] OR “Physical Exercises”[title/abstract] OR “Exercise, Isometric”[title/abstract] OR “Exercises, Isometric”[title/abstract] AND “Isometric Exercise”[title/abstract] OR “Isometric Exercises”[title/abstract] OR “Exercise, Aerobic”[title/abstract] OR “Aerobic Exercises”[title/abstract] OR “Exercises, Aerobic”[title/abstract] OR “Exercises, Aerobic”[title/abstract] OR “Aerobic Exercises”[title/abstract] OR “Exercises, Aerobic”[title/abstract] OR “Aerobic Exercise”[title/abstract]) OR (“Resistance Training”[Mesh] OR “Training, Resistance”[title/abstract] OR “Strength Training”[title/abstract] OR “Training, Strength”[title/abstract] OR “Weight-Lifting Strengthening Program”[title/abstract] OR “Strengthening Program, Weight-Lifting”[title/abstract] OR “Strengthening Programs, Weight-Lifting”[title/abstract] OR</p>

"Weight Lifting Strengthening Program"[title/abstract] OR "Weight-Lifting Strengthening Programs"[title/abstract] OR "Weight-Lifting Exercise Program"[title/abstract] OR "Exercise Program, Weight-Lifting"[title/abstract] OR "Exercise Programs, Weight-Lifting"[title] OR "Weight Lifting Exercise Program"[title/abstract] OR "Weight-Lifting Exercise Programs"[title/abstract] OR "Weight-Bearing Strengthening Program"[title/abstract] OR "Strengthening Program, Weight-Bearing"[title/abstract] OR "Strengthening Programs, Weight-Bearing"[title/abstract] OR "Weight-Bearing Strengthening Program"[title/abstract] OR "Weight-Bearing Strengthening Programs"[title/abstract] OR "Weight-Bearing Exercise Program"[title/abstract] OR "Exercise Program, Weight-Bearing"[title/abstract] OR "Exercise Programs, Weight-Bearing"[title/abstract] OR "Weight Bearing Exercise Program"[title/abstract] OR "Weight-Bearing Exercise Programs"[title/abstract])

**#3 Search** (("randomizedcontrolledtrial[pt] OR controlledclinicaltrial[pt] OR randomizedcontrolledtrials[mh] OR randomallocation[mh] OR double-blindmethod[mh] OR single-blindmethod[mh] OR clinicaltrial[pt] OR clinicaltrials[mh] OR (" AND clinicaltrial AND "[tw]) OR ((singl\*[tw] OR doubl\*[tw] OR trebl\*[tw] OR tripl\*[tw]) AND (mask\*[tw] OR blind\*[tw])) OR (" AND latinsquaretw) OR placebos[mh] OR placebo\*[tw] OR random\*[tw] OR research design[mh:noexp] OR follow-up studies[mh] OR prospectivestudies[mh] OR cross-over studies[mh] OR control\*[tw] OR prospectiv\*[tw] OR volunteer\*[tw] NOT (animal[mh] NOT human[mh]))

**#4** #1 AND #2 AND #3