



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico de Vitória – CAV



Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica –
PPGNAFPF

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Gabriela Góes Nobre

**Efeitos do treinamento pliométrico sobre a aptidão física e a coordenação motora de
crianças com sobrepeso e obesidade**

Vitória de Santo Antão

2016



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Centro Acadêmico de Vitória – CAV

Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica –
PPGNAFPF

Gabriela Góes Nobre

**Efeitos do treinamento pliométrico sobre a aptidão física e a coordenação motora de
crianças com sobrepeso e obesidade**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica, na área de concentração em fatores ambientais moduladores da plasticidade fenotípica, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Marcos André Moura dos Santos

Coorientador: Dr. Marcelus Brito de Almeida

Vitória de Santo Antão

2016

Catálogo na Fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Giane da Paz Ferreira Silva, CRB-4/977

N754e Nobre, Gabriela Góes.

Efeitos do treinamento pliométrico sobre a aptidão física e a coordenação motora de crianças com sobrepeso e obesidade / Gabriela Góes Nobre. - Vitória de Santo Antão, 2016.

87 folhas; il.: color.

Orientador: Marcos André Moura dos Santos

Coorientador: Marcelus Brito de Almeida

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica 2016.

Inclui bibliografia e anexos.

1. Aptidão física – crianças. 2. Obesidade infantil. I. Santos, Marcos André Moura dos (Orientador). II. Almeida, Marcelus Brito de. III. Título.

796.083 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE-059/2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO, ATIVIDADE FÍSICA E PLASTICIDADE FENOTÍPICA – PPGNAFPF

Dissertação de Mestrado apresentada por **Gabriela Goes Nobre** ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco, sob o título **“EFEITOS DO TREINAMENTO PLIOMÉTRICO SOBRE A APTIDÃO FÍSICA E A COORDENAÇÃO MOTORA DE CRIANÇAS COM SOBREPESO E OBESIDADE”**, orientada pelo Prof. Dr. Marcos André Moura dos Santos e coorientada pelo Prof. Dr. Marcelus Brito de Almeida, aprovada no dia 09 de agosto de 2016 pela Banca Examinadora composta pelos seguintes professores:

Dr.^a Carol Virgínia Góis Leandro

Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte – CAV/UFPE

Dr. Tony Meireles dos Santos

Departamento de Educação Física – UFPE

Dr. Adriano Bento Santos

Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte – CAV/UFPE

Autor:

Gabriela Goes Nobre

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Arthur e Elizabeth Nobre, as pessoas mais íntegras que eu já tive a oportunidade de conhecer, fonte inspiradora da minha vida, que me transmitem diariamente a vontade de ser melhor, incentivam minha busca pelo conhecimento e são moduladores do meu caráter, eles são minha maior inspiração. A minha irmã, Isabele Nobre, pelo seu companheirismo, exemplo, determinação e apoio, com quem sei que posso contar sempre.

Aos meus avôs e avós, que são exemplo de superação, honestidade e simplicidade.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, como tento colocar sempre na minha vida, agradeço a Deus. E uma frase me conduziu nesta caminhada foi: “As vezes Deus acalma as tempestades, as vezes Ele acalma o marinheiro e outras, Ele nos ensina a nadar”.

Aos meus pais, Arthur e Elizabeth Nobre, que são os amores da minha vida. Eles sempre foram os grandes incentivadores desta jornada, os que depositaram sua fé, tempo e esperança neste caminho e em mim.

A minha irmã, Isabele Nobre, um dos amores da minha vida, que iniciou comigo os primeiros passos de busca da caminhada acadêmica, mas que deu passos mais rápidos e é motivo de muito orgulho para mim. Foi através dela que eu pude viver um pouco mais a convivência e a vida acadêmica, me dando ainda mais incentivo de querer batalhar por também seguir este caminho.

Aos meus avôs, Mário Nobre e Cristóvão Góes, que são expressões vivas de exemplo de vida, de dedicação, de incentivo, de orgulho, de esperança e de amor incondicional.

As minhas avós, Carminha Nobre e Olga Góes (in memorian), que me passaram virtudes incalculáveis, uma sendo uma expectadora, torcedora e incentivadora de muitas decisões da minha vida, além de amiga, a outra, exemplo de verdade e espontaneidade, que tento trazer para a minha vida todos os dias, a qual não tem um dia em que eu não sinta saudades.

A Prof. Dra. Carol Góis Leandro que me adotou em todo este processo. A maior incentivadora desde antes do início deste processo, que em vários momentos da construção deste trabalho me pegou pela mão e me conduziu pelo caminho. Minha gratidão, e não só minha, não se expressa em palavras. O peso do incentivo das suas palavras e do seu apoio foram determinantes para o desfecho deste processo.

Ao Prof. Dr. Marcos André Moura dos Santos, meu orientador e orientador deste trabalho, por ter sido disponível e paciente, mostrando as possibilidades e guiando os processos que deveriam ser realizados, com muito zelo e humildade, para que este trabalho ficasse o mais completo possível. A minha admiração e minha gratidão por todo o incentivo, pelo profissional sério e competente e pela amizade construída neste processo.

Ao Prof. Dr. Marcelus Brito de Almeida, meu coorientador, por transmitir seus conhecimentos, por ter sido uma pessoa tão presente na execução do projeto, por seu incentivo, assistência e amizade. A minha gratidão e admiração pelo apoio, pela amizade e pela confiança construídas no cotidiano deste trabalho.

A Prof. Dra Fernanda Karina dos Santos, pelo apoio e incentivo na execução deste projeto, transmitindo sua experiência, conhecimentos e compromisso, minha admiração e gratidão, ainda maior porque a construção deste trabalho me presenteou com uma amiga.

Aos meus colegas de turma, aos quais posso chamar de amigos, pelos momentos compartilhados, pelas madrugadas fazendo trabalhos unidos, pelas palavras de incentivo, pela presença e disponibilidade e vontade de estarmos juntos, nos ajudando.

Aos colegas da primeira turma de mestrado do programa, turma da minha irmã, que me incentivaram no processo seletivo, ajudaram, torceram e vibraram comigo na minha aprovação.

Aos diretores, professores, pais e crianças que participaram e se dispuseram a participar do projeto crescer com saúde em vitória de Santo Antônio.

Aos integrantes do Projeto Crescer com Saúde, Raphael Brinco, Kenya Vasconcelos, Bruno Santos, Ravi Marinho, Steve Almeida, Manoel Borba, Emmanuel Rodrigues, Jociellen Lima, Thalison Arruda, Ruan Marinho, Ladyodeyse Silva, Fernanda Alves, Marcílio Rodrigues e Gabriela Andrade, que foram peças chave neste período, uma família que cresceu pela sede de tentar fazer a diferença. A minha admiração pelo compromisso e disponibilidade, pelas manhã e tardes juntos, pela paciência e confiança depositada. Vocês foram os grandes responsáveis por um projeto de tão grande compromisso e seriedade se tornar mais leve e prazeroso. Aprendemos muito uns com os outros. Minha eterna gratidão a vocês.

Aos meus amigos, que estiveram comigo num período de muita tensão, etapa da seleção do mestrado, assim como os que foram chegando durante o processo, no CAV, que me deram “pontapés” para seguir em frente. Todo o meu carinho, amizade e gratidão a vocês.

A minha família Espaço Acqua, que me viu crescer, participou da minha vida de forma ativa, esteve comigo em orações e presença em diversos momentos e não poderia deixar de estar aqui, também, presente em agradecimentos. Por essa família nós sempre buscamos ser quem podemos ser de melhor e darmos nosso melhor.

Aos colegas do Grupo de Estudo e Pesquisa em Nutrição e Plasticidade Fenotípica, da Universidade Federal de Pernambuco e do Grupo de Estudo e Pesquisa em Crescimento, Desenvolvimento e Estado Nutricional – GEPCDEN, da Universidade de Pernambuco.

A todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a realização desse trabalho.

Agradeço a Secreteria de saúde e educação de Vitória de Santo Antão, bem como aos professores, aos diretores, aos alunos e seus pais, que nos ajudaram sempre com boa vontade e presteza.

Ao conselho Nacional de pesquisa CNPq, Capes e FACEPE, pela ajuda financeira neste projeto.

Por fim, agradeço aos membros da banca examinadora, pelo tempo disponibilizado para contribuir para o resultado final desta dissertação.

Com vocês, divido a alegria da realização deste projeto e a conclusão de mais uma etapa da minha imensa jornada.

RESUMO

O objetivo estabelecido para o presente estudo foi avaliar os efeitos de doze semanas de intervenção com treinamento pliométrico na antropometria, composição corporal, aptidão física (AF) e coordenação motora grossa (CMG) de crianças entre 7 e 9 anos de idade com sobrepeso e obesidade. Este estudo caracteriza-se como um delineamento experimental randomizado. Participaram do estudo 59 sujeitos divididos em dois grupos amostrais. O grupo controle (n=19) e treinado (n=40). Foram avaliados parâmetros referentes aos indicadores do crescimento físico (peso, estatura) e composição corporal (dobras de adiposidade tricipital e subescapular). A AF foi mensurada pela performance nos testes de força de preensão manual, sentar e alcançar, abdominais, salto em distância, teste do quadrado, corrida de velocidade em 20m e teste de milha. CMG foi avaliada através do *Körperkoordinations-test für Kinder* (KTK) teste que mensura equilíbrio, salto lateral, transferência de plataformas e salto monopodal. A intervenção consistiu na realização de um programa com treinamento pliométrico (TP), realizado duas vezes por semana com duração de 20 minutos. Para verificar os efeitos do TP foi utilizado o teste *t-student* independente e pareado e seus respectivos testes não-paramétricos Wilcoxon e Mann-Whitney U. Na avaliação pré-treino, não foram observadas diferenças significativas na antropometria e composição corporal ($p>0,05$). Após a intervenção, observou-se diferenças nos testes de aptidão física: força de preensão manual ($P=0.04$), resistência abdominal ($P=0.02$), salto em distância ($P<0.01$), flexibilidade ($P=0.05$) e teste de milha ($P=0.01$). Na coordenação motora grossa houve aumento em todos os testes do protocolo do KTK: equilíbrio ($P=0.03$), salto monopodal ($P<0.01$), salto lateral ($P<0.01$) e transferência de plataformas ($P<0.01$). O treinamento pliométrico melhorou as variáveis relacionadas a aptidão física e coordenação motora grossa de crianças entre 7 e 9 anos de idade, com sobrepeso e obesidade.

Palavras-chave: Obesidade. Crianças pré-púberes. Aptidão física. KTK teste. Pliometria. Intervenção.

ABSTRACT

The main objective established for the present study was to evaluate the effects of twelve weeks of intervention with plyometric training in anthropometry, body composition, physical fitness (PF) and gross motor coordination (GMC) of children between 7 and 9 years of age with overweight and obesity. This study is characterized to be a randomized experimental. Fifty-nine subjects participated and was divided in two sampling groups. The control group (n=19) and the trained group (n=40). Parameters were evaluated regarding related to physical growth indicators (weight and height) and corporal composition (tricipital and subscapular skinfolds). The PF was measured by handgrip strength, sit and reach, curls up, standing long jump, square test, running speed in 20m and mile test. GMC was evaluated through to Körperkoordinations test für Kinder (KTK) test measures que balance, lateral jump, sideway movements and one leg obstacle jump. The intervention was a plyometric training (PT) program, two times a week with lasting 20 minutes. To verify the effects of PT was used the independent and pared test t-student and their related non-parametric tests Wilcoxon and Mann-Whitney U. In the baseline we don't found differences in the anthropometry and body composition ($p>0.05$). After the intervention, we observed difference in the PF tests: handgrip strength ($P=0.04$), curls up ($P=0.02$), standing long jump ($P<0.01$), flexibility ($P=0.05$) and mile test ($P=0.01$). In the GMC had an increase in all protocol of KTK test: balance ($P=0.03$), one leg obstacle jump ($P<0.01$), lateral jump ($P<0.01$) and sideway movements ($P<0.01$). The plyometric training improved all variables related with physical fitness and gross motor coordination of overweight/obese children with 7-9 years old.

Keywords: Obesity. Prepubescent boys. Physical fitness. KTK test. Plyometric. Intervention.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Avaliação da força de preensão manual	33
Figura 2 – Avaliação da força muscular de membros inferiores	34
Figura 3 – Avaliação da flexibilidade	35
Figura 4 – Avaliação da resistência abdominal	36
Figura 5 – Avaliação da agilidade	37
Figura 6 – Avaliação da velocidade	38
Figura 7 – Avaliação da aptidão física	39
Figura 8 – Trave de equilíbrio	40
Figura 9 – Salto monopedal	41
Figura 10 – Salto Lateral	42
Figura 11 – Transferência de plataforma	43

ORIGINAL ARTICLE

Figure 1 - Variation of the performance in each physical fitness test: handgrip strength (A), sit and reach (B), curl up (abdominal strength, C), standing long jump (D), square test (agility, E), running speed in 20m (F), time in the mile test (G), estimated VO ₂ max (H) of overweight/obese 7 -9 years old children (control = 19 and trained = 40) submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks. Values are expressed in median, minimal and maximal.	59
Figure 2 - Variation of the performance in each gross motor coordination test: balancing backwards (A), one-legged obstacle jumping (B), jumping from side to side (C) and sideways movements of overweight/obese 7 -9 years old children (control = 11 and trained = 7) submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks. Values are expressed in median, minimal and maximal. The inter group (control x trained) differences were evaluated using Mann-Whitney U test and the intragroup (pre and post) differences using Wilcoxon test.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estrutura da bateria de testes	32
Tabela 2 - Estrutura do teste Körperkoordinations-test für Kinder (KTK) 3	39
Tabela 3 - Estimativas de fiabilidade dos diferentes testes e medidas realizados	44
Tabela 4 - Descrição do programa de treino pliométrico	45
Tabela 5 – Descrição de diferentes saltos usados no protocolo de treinamento pliométrico	46

Original Article

Table 1- Description of the different jumps used in the protocol of plyometric physical training	56
Table 2- Descriptive statistic analyzes of overweight/obese 7 -9 years old children (control = 19 and trained = 40) submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks. Data include anthropometry and body composition.	58

LISTA DE ABREVIATURAS

AHA	American Heart Association
EPM	Erro Padrão da média
GC	Grupo Controle
GT	Grupo Treinado
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMC	Índice de Massa Corporal
KTK	Körper koordinations test für Kinder
OMS	Organização Mundial da Saúde
SNC	Sistema nervoso central
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
VO_{2max}	Volume Máximo de Oxigênio

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1 Introdução	13
2 Revisão da Literatura	18
2.1 Transição nutricional e obesidade durante a infância	18
2.2 Coordenação motora e aptidão física na infância	20
2.3 O treinamento pliométrico pode atuar como indutor na melhoria da aptidão física e coordenação motora de crianças?	23
3 Hipótese	28
4 Objetivos.....	28
4.1 Geral.....	28
4.2 Específicos	28
5 Métodos	30
5.1 Sujeitos.....	30
5.2 Delineamento do estudo.....	30
5.3 Antropometria e composição corporal	31
5.4 Avaliação da Aptidão física (AptFS).....	32
5.4.1 Força de Preensão Manual	32
5.4.2 Teste de força explosiva de membros inferiores (salto horizontal).....	33
5.4.3 Teste de Flexibilidade (Sentar-e-alcançar).....	34
5.4.4 Força Abdominal (Curl-Up's).....	35
5.4.5 Teste de agilidade (teste do quadrado)	36
5.4.6 Teste de velocidade de deslocamento (corrida de 20 metros).....	37
5.4.7 Aptidão Cardiorespiratória	38
5.5 Avaliação da Coordenação Motora (CM).....	39
5.5.1 - Trave de Equilíbrio	40

5.5.2 - Salto Monopedal	40
5.5.3 - Salto Lateral	41
5.5.4 - Transferência sobre Plataforma	42
5.6 Controle da qualidade dos dados	43
5.7 Intervenção (Treinamento Pliométrico).....	44
5.8 Análise dos dados	46
6 Resultados	48
7 Considerações finais	68
REFERÊNCIAS	70
ANEXOS.....	82

INTRODUÇÃO

1 Introdução

O aumento na prevalência de sobrepeso/obesidade na população pediátrica tem sido alvo de estudos, sobretudo ao considerarmos a possibilidade de sua manutenção ao longo da vida. Recentemente foi demonstrado, em um estudo de caráter epidemiológico, que existe uma tendência de crianças e adolescentes obesos se tornarem adultos obesos (KAR *et al.*, 2014). Com o excesso de peso há um aumento das chances para desenvolvimento de doenças associadas à obesidade, como doenças cardiovasculares, diabetes tipo II, apnéia do sono, dislipidemia, hipertensão e inflamação crônica, que levam ao aumento de investimentos em termos de saúde pública (HERNANDEZ-ALVAREZ *et al.*, 2015). Destaca-se, portanto, a necessidade de cuidados sobre a saúde desta população.

Neste cenário, tem sido observado que o sobrepeso e a obesidade durante a infância e adolescência apresentam impactos na saúde física e psicossocial desta população e que parecem influenciar na qualidade de vida (BRISBOIS *et al.*, 2012). Estudos relatam que a causa da obesidade é multifatorial e que sua etiologia advém de um conjunto de fatores metabólicos e comportamentais com origem genética (ex.: síndrome Alstrom e Prader Willi), ambiental (ex.: hábitos alimentares e estilo de vida) e hormonal (ex.: hipotireoidismo), além da existência de uma relação com ambiente pré-natal (ex: desnutrição materna, uso de drogas durante a gestação) e perinatal (ex.: ausência de leite materno, dieta rica em gordura) (WEDEN *et al.*, 2012). Um mecanismo proposto para explicar essas relações têm sido conhecido como plasticidade fenotípica.

O termo plasticidade fenotípica é utilizado para descrever a habilidade de um organismo reagir aos desafios impostos pelo ambiente, alterando a sua forma, estado, movimento ou padrão de atividade (WEST-EBERHARD, 1986). Uma das variações mais bem documentadas no estudo da plasticidade é a nutrição. Em um estudo realizado por Matos *et al.* (2011), com crianças (5 a 11 anos de idade) nascidas com baixo peso, foi encontrada uma prevalência de sobrepeso e obesidade durante a infância, sendo constatado que essa associação se torna mais forte a medida que se distancia do momento do nascimento (MATOS *et al.*, 2011). A variação do estado nutricional durante períodos críticos do desenvolvimento (gestação, lactação e primeira infância) causa adaptações fisiológicas e morfológicas que impõem processos adaptativos ao organismo de forma a garantir a sua

sobrevivência (WEST-EBERHARD, 2005). A longo-prazo, a exposição às mudanças no aporte de nutrientes pode induzir o aparecimento precoce de doenças metabólicas (BARKER, 1991; MARTINS *et al.*, 2011). A base teórica para entender como a remodelação orgânica resultante da subnutrição prévia pode impactar no aumento da adiposidade, risco de obesidade e de doenças em resposta ao ambiente atual tem sido referenciada como “plasticidade fenotípica” (WEST-EBERHARD, 2005). Os estudos com humanos e os modelos experimentais com animais utilizando manipulações dietéticas durante o período perinatal apoiam a hipótese de ocorrência de uma plasticidade interferindo na direção do desenvolvimento (FORSDAHL, 1977; OZANNE E HALES, 2004; MARTINS *et al.*, 2011; GINTER E SIMKO, 2012; VARELA-SILVA *et al.*, 2012).

Assim, ao considerarmos que a infância e adolescência são períodos de grandes transformações físicas, a utilização de pontos de corte específicos para sexo e idade na determinação do excesso de peso são importantes. Neste contexto, a utilização das curvas de crescimento físico e os valores normativos propostos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) são os que frequentemente têm sido utilizados na população pediátrica. Desta forma, valores entre os percentis 85 a 95 referem a existência de sobrepeso, enquanto que o percentil ≥ 95 é caracterizado como obesidade (BUTTE *et al.*, 2007; FREEDMAN *et al.*, 2007; FREEDMAN *et al.*, 2009). Este é um aspecto importante a ser considerado, uma vez que tem sido descrito a manutenção destes valores normativos nas fases subsequentes da vida (VAN DEUTEKOM *et al.*, 2016).

Por exemplo, em estudo realizado por Goodell *et al.* (2009), com crianças norte-americanas, oriundas de famílias de baixa renda, foi observado que aquelas que apresentaram um rápido ganho de peso no primeiro ano de vida apresentaram risco 9,24 vezes maior (IC95%: 3,73-22,91) de se tornarem obesas ainda na idade pré-escolar (GOODELL *et al.*, 2009). Em outro estudo, Kelly *et al.*, (2013) observou que crianças que apresentaram indicativos de obesidade na infância foram as que não alteraram sua classificação quanto ao status nutricional na adolescência (KELLY *et al.*, 2013).

Porém, ao considerarmos que o aumento no nível de atividade física pode ser um fator que favorece o equilíbrio entre o consumo e gasto calórico, incorporar estratégias que adotem mudanças comportamentais, pautadas na gestão/alteração da dieta e incremento nos níveis de atividade física habitual, podem ser eficazes para reverter esse cenário (STRONG *et al.*, 2005). Os programas de intervenção, envolvendo jovens em idade escolar, comumente

utilizam a atividade física prescrita entre moderada e vigorosa, cerca de 30 a 45 minutos de 3 a 5 dias na semana (STRONG *et al.*, 2005). Contudo, para crianças com sobrepeso e obesidade a *American Heart Association* (AHA) recomenda em sua prescrição, o envolvimento de pelo menos 60 minutos/dia em atividade física de moderada a vigorosa, como uma forma de provocar um efeito significativo na melhoraria do desenvolvimento músculo-esquelético, aptidão cardiovascular e redução da adiposidade corporal e visceral (BORRUD *et al.*, 2014).

No entanto, apesar dos estudos apontarem para respostas significativas quanto aos efeitos destas intervenções, um problema relevante nesta população diz respeito à manutenção destas crianças em programas de treinamento físico (REILLY *et al.*, 2006). Este fato parece estar relacionado ao baixo nível de aptidão física e coordenação motora que crianças com sobrepeso/obesidade usualmente apresentam, e que podem desmotivar, ao menos em parte, seu envolvimento em atividades desportivas e de lazer (DRENOWATZ *et al.*, 2014).

Relativamente à aptidão física, evidências indicam que o treino com sobrecarga pode oferecer ganhos significativos em variáveis da aptidão física de crianças/adolescentes, desde que respeitadas as diretrizes específicas para cada idade (MALINA, 2006; Faigenbaum *et al.*, 2009). Entre os treinos com a aplicação de sobrecarga, o treinamento pliométrico (FAIGENBAUM, 2009; SAEZ-SAEZ DE VILLARREAL *et al.*, 2010) consiste de um rápido alongamento (ação excêntrica), seguido imediatamente por um rápido encurtamento (ação concêntrica) de músculos e tecidos conjuntivos (DE VILLARREAL *et al.*, 2009; MCKAY E HENSCHKE, 2012).

Neste contexto, a pliometria tem sido utilizada, usualmente, com o objetivo de melhorar variáveis da aptidão física (por exemplo: velocidade, força dinâmica e explosiva, flexibilidade, capacidade aeróbia, equilíbrio e lateralidade) (SHAH, 2012), por recrutar um maior número de fibras musculares nas diferentes ações (VISSING *et al.*, 2008; MARKOVIC E MIKULIC, 2010). Além disso, o treinamento pliométrico é considerado seguro e recomendado pela *National Strength and Conditioning Association* como uma forma de incremento destas variáveis em crianças e jovens (FAIGENBAUM, 2009). Neste contexto, mais recentemente, nós observamos em um grupo de crianças eutroficas que o treinamento pliométrico foi capaz de aumentar a força, resistência, velocidade e agilidade, além dos diferentes indicadores de coordenação motora grossa (*no prelo*) (ALMEIDA *et al.*, 2016).

Não há dúvidas de que o músculo esquelético seja um tecido altamente plástico, que pode se adaptar às demandas ambientais alterando seu fenótipo e modulando a função de vários outros tecidos (WELLS *et al.*, 2005). Uma questão que permanece ainda sem respostas refere aos fatores motivacionais para crianças e jovens iniciarem a prática regular de atividade física ou treinamento físico (esporte). Na Suíça, um estudo demonstrou que a prevalência de crianças engajadas em atividades físicas foi baixa e somente 37% participavam de algum tipo de esporte (BRINGOLF-ISLER *et al.*, 2009). No Brasil, um estudo avaliou o nível de atividade física habitual de 239 crianças (4 – 11 anos) da cidade de Pelotas (BIELEMANN *et al.*, 2012). Neste estudo, as crianças passavam cerca de 65% do tempo livre em atividades sedentárias e menos que 20 min/dia em atividades esportivas e mais vigorosas (BIELEMANN *et al.*, 2012). Vários fatores ambientais podem explicar esta diminuição no nível de atividade física de crianças, tais como: nível socioeconômico, baixo nível de educação materna, ausência de local para prática esportiva nas escolas, pais não-praticantes e mudanças sazonais bruscas (BRINGOLF-ISLER *et al.*, 2009; OBEID *et al.*, 2011; BIELEMANN *et al.*, 2012).

Em detrimento destes achados este estudo busca responder a seguinte questão: Será que o treinamento pliométrico em crianças com sobrepeso e obesidade é capaz de aumentar os níveis de aptidão física e coordenação motora e, desta forma, aumentar a adesão a uma prática sistemática de exercícios físicos?

REVISÃO DA LITERATURA

2 Revisão da Literatura

2.1 Transição nutricional e obesidade durante a infância

O aumento nos índices de sobrepeso e obesidade têm sido vistos como um dos principais problemas de saúde da sociedade moderna. Atualmente cerca de 12,7% das mulheres e 8,8% dos homens adultos brasileiros são obesos (IBGE, 2010). Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, com a melhora da situação econômica, o surgimento de novas tecnologias, o aumento do consumo de alimentos com maior teor calórico e a redução do nível de atividade física fazem parte de um conjunto de atitudes e atividades que estão relacionados com a transição nutricional. Segundo Varela-Silva (2012), a transição nutricional refere-se a uma condição onde tem sido observado um aumento do número de pessoas com sobrepeso, associado a uma diminuição na prevalência de *déficits* nutricionais. Estes aspectos parecem ocorrer independentes da condição socioeconômica ou mesmo do gênero (VARELA-SILVA MI *et al.*, 2012).

O sobrepeso e obesidade têm assumido uma distribuição mais homogênea entre os gêneros, diferentes classes sociais e faixas etárias, atingindo também as crianças e adolescentes, que durante as diferentes fases da vida, passam a apresentar maior elevação desses índices (BANKOFF ; MOUTINHO, 2002). Acredita-se que nestes períodos a educação alimentar adotada influencia hábitos de etapas posteriores da vida (BANKOFF; MOUTINHO, 2002). Neste contexto, dados da Pesquisa de Orçamento Familiar realizada em 2009, com crianças até 5 anos de idade, foi constatado que a região nordeste apresentou o segundo maior índice de peso para a idade no país (5,9%), ficando atrás apenas da região norte (8,5%) (IBGE, 2010).

A má nutrição tem sido alvo de estudos por causa do seu preocupante aumento na população de maneira geral, inclusive na população pediátrica. Além do Brasil, estudos realizados em outros países apresentaram a desnutrição como um problema sério com necessidade de solução rápida. O crescente aumento de pessoas com sobrepeso e obesidade não significa que a desnutrição não existe, estudos mostram que desnutrição pode coexistir com sobrepeso e obesidade numa mesma população, comunidade e, inclusive, numa mesma família (DOAK *et al.*, 2005; SILVEIRA *et al.*, 2010; DOS

SANTOS *et al.*, 2014). Há, portanto, um processo de transição nutricional, ou seja, estamos passando de uma sociedade marcada por períodos de fome e restrição alimentar, para uma sociedade industrializada e tecnológica caracterizada pelo consumo aumentado de alimentos hipercalóricos e palatáveis e pela inatividade física (WELLS; STOCK, 2011). É interessante observar que algumas populações parecem apresentar, ao mesmo tempo, características de subnutrição e obesidade, fenômeno conhecido como “*dual burden*” (VARELA-SILVA *et al.*, 2012).

Apesar da prevalência de desnutrição ter sido diminuída no Brasil, principalmente no Nordeste, as diferenças sociais trazem grande preocupação por causa do ambiente e o contexto social em que as crianças vivem, já que interferem diretamente na disponibilidade de alimentos, no acesso a informação e no estilo de vida (BARBOSA *et al.*, 2009). Além disso, a desnutrição infantil também é determinada pelo fator biológico, sendo a mãe uma mediadora entre a criança e o ambiente. Desta forma, a nutrição materna inadequada durante a gestação pode ocasionar baixo peso ao nascer. Essa desnutrição intrauterina ou na primeira infância pode levar à ocorrência de *déficits* ao longo do desenvolvimento (SILVEIRA *et al.*, 2010).

No período de lactação, em que ocorrem rápidos processos de crescimento e desenvolvimento do Sistema Nervoso Central (SNC), é possível que ocorra um fenômeno chamado *catch up* do crescimento, caracterizado por uma rápida recuperação nutricional do período de desnutrição pré natal, o ganho de peso que acontece nesse período pode ser excedido e ultrapassar o peso normal, favorecendo o aumento da deposição de gordura, o qual traz uma predisposição a obesidade e outras desordens fisiológicas durante a vida, causadas por alterações hormonais, fisiológicas e metabólicas (LIRA *et al.*, 2014).

Essas alterações são necessárias para manter a vida nesse primeiro momento, porém podem ter efeito deletério a longo prazo, e os prejuízos que ocorrem neste período podem alterar a dinâmica do crescimento somático e a organização das vias sensoriais motoras, alterando a ontogênese do sistema-neuromotor (LIRA *et al.*, 2014). Neste contexto, outros efeitos foram estudados, tais como a redução do crescimento ósseo e do ganho de massa magra com diminuição das necessidades energéticas, predispondo o organismo a armazenar gordura corporal quando a dieta é rica em carboidratos e lipídios (SAWAYA, 2006). Com a continuação de um padrão dietético inadequado na adolescência e na vida adulta e com o aumento da adiposidade, pode ser desenvolvida a resistência à insulina, a síndrome metabólica e o risco de desenvolver síndromes coronarianas precocemente, adicionado ao

aparecimento de doenças crônicas na vida adulta, como é observado em estudos anteriores (BARKER, 1991; BARBOSA *et al.*, 2009; SILVEIRA *et al.*, 2010).

Embora os fatores genéticos estejam fortemente associados e determinem o grau de susceptibilidade individual e os fatores ambientais terem sido referenciados como um dos principais responsáveis pelo aparecimento destas doenças, o rápido desenvolvimento econômico-social, redistribuição demográfica, avanços tecnológicos e urbanização levaram a dois extremos da má-nutrição, a subnutrição e a obesidade (VARELA-SILVA *et al.*, 2012). Da mesma forma, a nova panorâmica econômico-social também tem levado a população a assumir um estilo de vida inativo e hábitos sedentários (STABELINI NETO *et al.*, 2011). Este cenário é particularmente importante na população pediátrica (WIJNHOFEN *et al.*, 2013), uma vez que o estilo de vida assumido na infância e na adolescência parece ter um papel importante na vida adulta (STABELINI NETO *et al.*, 2011). Este fato nos remete a importância em estimular o aumento da aptidão física, de modo a adotar um estilo de vida mais ativo.

2.2 Coordenação motora e aptidão física na infância

A infância é um período considerado crítico quando é analisada do ponto de vista dos aspectos motores. As capacidades físicas, que são adquiridas no processo de desenvolvimento, se manifestam através das habilidades motoras, que agrupam três categorias de movimento: locomoção, manipulação e equilíbrio (SAFRIT, MARGARET J. *et al.*, 1977; DEFORCHE *et al.*, 2003; SAEZ-SAEZ DE VILLARREAL *et al.*, 2010). O acompanhamento dos índices de desempenho físico, ao longo deste período, poderão contribuir para intervenções que visam a promoção da saúde, pois permite a identificação da causa de problemas na dificuldade do desempenho de uma habilidade e promove uma melhor compreensão da influência do desenvolvimento dessas habilidades, levando em consideração que habilidades motoras na primeira infância podem ser um pré-requisito importante para participação e engajamento da criança em atividades físicas na vida adulta (SKINNER; PIEK, 2001; PIEK *et al.*, 2006; PIEK *et al.*, 2008; BORBA DA *et al.*, 2012; LOPRINZI *et al.*, 2012; LLOYD *et al.*, 2014).

As habilidades de locomoção consistem em atividades que resultam em maior ou menor grau de deslocamento horizontal e/ou vertical durante a translocação, que podem

incluir, por exemplo, caminhar, correr, saltar e pular (LOPRINZI *et al.*, 2015). As habilidades de manipulação são muitas vezes definidas como habilidades grossas ou finas, que muitas vezes não incluem a mudança de posição relacionada ao movimento. Exemplos de habilidades motoras grossas incluem arremesso, agarrar e chutar, já habilidades motoras finas incluem a manipulação de objetos de fina precisão (SAFRIT, MARGARET J. *et al.*, 1977; DEFORCHE *et al.*, 2003; SAEZ-SAEZ DE VILLARREAL *et al.*, 2010). Determinadas atividades, como arremesso de dardos, podem caracterizar tanto as habilidades motoras grossas como finas. Os indivíduos com habilidades motoras relacionadas com o equilíbrio tem estabilidade postural adequada durante o movimento estacionário do corpo (LOPRINZI *et al.*, 2012). De acordo com Loprinzi (2015) os estudos que examinam a associação de aquisição de habilidades motoras e atividade física têm-se centrado em habilidades locomotoras e manipulativas (LOPRINZI *et al.*, 2015).

Resultados em modelos experimentais demonstraram que a desnutrição protéica perinatal causa atraso no desenvolvimento do sistema nervoso, retardo no crescimento somático, altera o comportamento alimentar, modifica o fenótipo de fibras musculares esqueléticas e cardíacas e reduz a atividade locomotora dos filhotes (BARRETO MEDEIROS *et al.*, 2002; BARRETO-MEDEIROS *et al.*, 2004; BARROS *et al.*, 2006; FREITAS-SILVA *et al.*, 2008; LOPES DE SOUZA *et al.*, 2008; TOSCANO *et al.*, 2008; DOS SANTOS OLIVEIRA *et al.*, 2011). As observações realizadas nos estudos com crianças nos permitiram observar que o baixo peso ao nascer pode ser considerado um forte indutor de déficits permanentes no desempenho físico (MOURA-DOS-SANTOS *et al.*, 2013). Além disto, foi observado que no testes de aptidão física relacionados a força muscular e a velocidade, mesmo com o controle de variáveis como idade, massa magra e percentual de gordura corporal estes déficits foram mantidos (MOURA-DOS-SANTOS *et al.*, 2013). De forma contrária, no estudo desenvolvido por Lira *et al.* (2014), o baixo peso ao nascer não estava associado aos déficits na coordenação motora (LIRA *et al.*, 2014).

Contudo, a aptidão física está relacionada com habilidades motoras (desempenho esportivos) e inclui potência, agilidade e equilíbrio (CASPERSEN *et al.*, 1985; DEFORCHE *et al.*, 2003; KIM *et al.*, 2013). Alguns estudos relataram a associação negativa da aptidão física com a obesidade infantil (CASPERSEN *et al.*, 1985; PONGPRAPAI *et al.*, 1994; MINCK *et al.*, 2000). Além disso, evidências de estudos anteriores sugerem que o baixo índice de aptidão cardiorrespiratória é um importante fator de risco de anormalidades

metabólicas e também está fortemente associado como preditor da síndrome metabólica (KUMAGAI *et al.*, 2005; LAMONTE *et al.*, 2005).

Em idade escolar, as crianças participam de jogos e atividades físicas e, a partir dos 7 anos de idade elas já conseguem combinar e aplicar habilidades motoras fundamentais ao desempenho de habilidades especializadas tanto no esporte quanto em atividades recreativas (MALINA, 2004). Uma das formas de promover a qualidade de vida para crianças e jovens seria a promoção da prática de esportes e de uma educação alimentar nas escolas (MOTA *et al.*, 2002). Em estudos de intervenção foi observado que aulas de educação física e educação alimentar estão associadas a um crescimento saudável, possibilitando a redução do acúmulo de tecido adiposo e aumento da massa magra (MCKEOWN *et al.*, 2004), aumento da capacidade cognitiva, aprendizagem, memória, aptidão física e desenvolvimento neuromotor de crianças (HALLAL *et al.*, 2006; MITCHELL *et al.*, 2013).

Dentre as principais atividades físicas indicadas para essas crianças estão as que melhoram a aptidão cardiorrespiratória, ou seja, as atividades aeróbias. No entanto, mesmo sendo as atividades indicadas, o excesso de peso dificulta a realização de atividades porque muitos não têm habilidades motoras e nem confiança para serem fisicamente ativos e, por ser uma atividade prolongada, pode ser vista como uma atividade desconfortável e não prazerosa (STODDEN *et al.*, 2008).

Segundo Troiano et al (2008), as crianças não estão envolvidas em níveis suficientes de atividade física diária. Por exemplo, os resultados do *National Health and Nutrition Examination Survey* (2004) indicaram que apenas 42% das crianças norte-americanas (6-11 anos) praticavam 60 minutos de atividade física de moderada a vigorosa, e 8% dos adolescentes (12-19 anos) estavam no mesmo limiar (TROIANO *et al.*, 2008). Estudos prospectivos têm demonstrado que o comportamento ativo e hábitos alimentares saudáveis assumidos na infância repercutem positivamente durante a adolescência diminuindo o risco de desenvolver doenças na vida adulta (HALLAL *et al.*, 2006; DANNER, 2008; HALLAL *et al.*, 2012; DOS SANTOS *et al.*, 2013). Com isso, a prática regular de atividade física ou treinamento físico tem sido propostos como instrumento eficaz para atenuar ou mesmo reverter os efeitos deletérios da subnutrição e obesidade (LEANDRO *et al.*, 2007; BRINGOLF-ISLER *et al.*, 2009; MOITA *et al.*, 2011; STABELINI NETO *et al.*, 2011; DE MELO MONTENEGRO *et al.*, 2012; HALLAL *et al.*, 2012; LEANDRO *et al.*, 2012; DOS SANTOS *et al.*, 2013).

2.3 O treinamento pliométrico pode atuar como indutor na melhoria da aptidão física e coordenação motora de crianças?

As atividades comumente indicadas para indivíduos com sobrepeso e obesidade são as atividades aeróbias, porém, estudos recentes apontam que treinamento de resistência pode oferecer benefícios específicos para crianças e adolescentes, quando bem planejado e supervisionado (FAIGENBAUM; MYER, 2010; MCKAY; HENSCHKE, 2012). Neste contexto, Saez-Saez (2010) sugere que, à medida que as crianças se envolvem no treinamento de resistência, é importante estabelecer diretrizes seguras e eficazes com as quais este tipo de exercício melhore a saúde, a aptidão e o desempenho esportivo (SAEZ-SAEZ DE VILLARREAL *et al.*, 2010).

A maioria dos estudos em pediatria concentram-se em atividades de intervenção com o propósito de melhorar a aptidão cardiorrespiratória, contudo, descobertas recentes indicam que o treinamento de resistência pode oferecer benefícios para crianças e adolescentes, tais como a melhora da força muscular e do desempenho de habilidades motoras, e a participação regular em um treinamento de resistência pediátrica pode ajudar no controle de peso, fortalecer ossos e aumentar a resistência na prática de atividades ESPORTIVAS (MYER; WALL, 2006; FAIGENBAUM; MYER, 2010). Essa participação regular pode levar as crianças a ganharem confiança em sua capacidade de se tornarem fisicamente ativos, procurando participar de esportes recreativos, por causa das possíveis melhoras das variáveis da composição corporal, da força muscular e do aumento na atividade física regular, melhorando seu desempenho físico (STODDEN *et al.*, 2008).

Vários estudos relataram mudanças favoráveis na composição corporal de crianças e adolescentes obesos ou classificados com sobrepeso após a participação em um programa de treinamento de resistência progressiva (SOTHERN *et al.*, 2000; SHAIBI *et al.*, 2006; MCGUIGAN *et al.*, 2009). Shaibi *et al.* (2006), observou uma diminuição na gordura corporal e um aumento significativo na sensibilidade à insulina após 16 semanas de treinamento de resistência em adolescentes com excesso de peso (SHAIBI *et al.*, 2006). Este fato pode ser entendido a partir da informação de que crianças e adolescentes com sobrepeso e

com baixa aptidão física são apontados por terem perfis deficientes quanto aos riscos metabólicos (STEENE-JOHANNESSEN *et al.*, 2009).

Uma forma tradicional de treinamento de resistência é o treinamento pliométrico, que foi introduzido na Rússia, em 1969, com o objetivo de auxiliar atletas na melhora da aptidão física (SHAH, 2012). O exercício pliométrico consiste de um rápido estiramento do músculo, seguido de uma rápida amortização e de um rápido encurtamento. O sistema nervoso é condicionado a reagir mais rapidamente no ciclo alongamento-encurtamento, como também é conhecido o treinamento pliométrico. Este tipo de exercício pode melhorar a velocidade do movimento das crianças (DIALLO *et al.*, 2001), assim como a produção de força e a resistência óssea (GREENE, 2006).

Esta rápida desaceleração e aceleração, característica da pliometria, produzem uma reação explosiva que aumenta tanto a velocidade quanto a força dos membros inferiores durante uma atividade esportiva e, por causa dessa reação, é favorecida a produção de força máxima em um espaço de tempo mais curto (JOHNSON *et al.*, 2011). Entretanto, Davies *et al.* (2015) afirma que a produção de força do músculo é organizada em uma hierarquia previsível, em que as contrações musculares excêntricas geram uma maior força, seguida por contrações isométricas e então, contrações concêntricas, que são as mais fracas dos três modos de ações musculares. A pliometria, no entanto, gera maior força durante a fase de produção de energia concêntrica e, por esta razão, o pré estiramento excêntrico e as curtas fases de amortização são tão importantes para o desenvolvimento da energia ideal no músculo em atividade (DAVIES *et al.*, 2015).

O treinamento pliométrico foi considerado, durante um tempo, como sendo um tipo de treino não seguro para jovens e, em razão disto, foi predeterminado um nível de força como pré-requisito para a sua prática. Contudo, uma pesquisa realizada pelo *National Strength and Conditioning Association* determinou que essas recomendações não são apoiadas por pesquisas recentes ou observações de práticas lúdicas cotidianas das crianças, (FAIGENBAUM *et al.*, 2009) bem como foi constatada a utilização e eficiência do treinamento pliométrico como sendo parte integrante de um programa de reabilitação em suas fases finais (CHMIELEWSKI *et al.*, 2006).

Segundo Jhonson (2011), em seu estudo de revisão sistemática, sete estudos encontraram efeitos do treinamento pliométrico na performance motora e constatou uma melhora na força, na corrida e nos saltos (JOHNSON *et al.*, 2011). DiStefano *et al.* (2010),

constatou que nove semanas de intervenção com crianças, mesmo sem aumento dos níveis do exercício, proporcionou um largo efeito na melhora do equilíbrio (DISTEFANO *et al.*, 2010).

O treinamento pliométrico melhora a coordenação neuromuscular através do treino do sistema nervoso, promovendo uma automaticidade dos movimentos durante a atividade, sendo este um efeito do treino (DAVIES *et al.*, 2015). Este processo é conhecido como sendo um padrão motor reforçado que, juntamente com a criação da automatização de atividades, melhoram a eficiência neural e aumenta o desempenho neuromuscular. Esse aumento no desempenho neuromuscular geralmente ocorre sem um aumento em alterações morfológicas do músculo e este efeito geralmente é predominante da sexta a oitava semana de um programa de treinamento, ocorrendo, após semanas adicionais, o início de alterações hipertróficas do músculo (MORITANI; DEVRIES, 1979; MYERS *et al.*, 1999)

A nível articular, os riscos de lesão na cartilagem de crescimento aos quais as crianças podem estar expostas com a prática de atividades pliométricas, até a presente data, não foram relatado. Este fato é reportado nos diferentes estudos que utilizaram este método de treinamento (FAIGENBAUM *ET AL.*, 2009; FAIGENBAUM, 2009; FAIGENBAUM; MYER, 2010; SAEZ-SAEZ DE VILLARREAL *et al.*, 2010; MCKAY; HENSCHKE, 2012; SHAH, 2012). Isso pode ser justificado porque o risco para este tipo de lesão pode ser menor nas crianças do que em adolescentes, porque a cartilagem de crescimento pode, na verdade, ser mais forte e mais resistente a forças de compressão nas crianças (FAIGENBAUM, 2009).

Quando os indivíduos não possuem impedimentos para a realização do treino pliométrico, como lesões articulares, relatos prévios de dores, estudos sugerem que os ganhos de formação são independentes do nível de condicionamento físico, ou seja, independente do seu estado físico, sendo ele bom ou ruim, os indivíduos se beneficiam igualmente do treino (SAEZ-SAEZ DE VILLARREAL *et al.*, 2010). Neste contexto, os benefícios observados com o treinamento pliométrico, entendidos do ponto de vista da automatização do movimento, têm sido estudados sobretudo do ponto de vista do aumento nos níveis de variáveis de aptidão física e de coordenação motora.

Foi demonstrado, em vários estudos, que a intervenção com o treinamento pliométrico contribuiu significativamente na melhora de variáveis, em crianças e adolescentes. Em estudos analisados por Markovic (2007), em uma metanálise, foi observado que o TP melhora o salto vertical, que pode ser de mensurada através de um efeito pequeno, próximo dos níveis médios ($ES=0.44$) até de um efeito grande ($ES=0.88$) (MARKOVIC, 2007). Alguns estudos,

incluindo o TP na rotina de treino de atletas, observou aumento da força e da potência muscular (VACZI, 2013; FAIGENBAUM *et al.*, 2009; INGLE *et al.*, 2009). Segundo alguns pesquisadores, o treinamento pliométrico proporciona um largo efeito nos testes referentes a habilidade de saltar (salto vertical e salto em distância), bem como um médio efeito na corrida de velocidade (DIALLO *et al.*, 2001; KOTZAMANIDIS, 2006; FAIGENBAUM *et al.*, 2007; MARKOVIC, 2007; MEYLAN; MALATESTA, 2009; ARAZI *et al.*, 2014; TRECROCI *et al.*, 2015), na agilidade (MILLER *et al.*, 2006; FAIGENBAUM *et al.*, 2007; MEYLAN E MALATESTA, 2009; VACZI *et al.*, 2013) e no equilíbrio (DISTEFANO *et al.*, 2010; TRECROCI *et al.*, 2015).

Embora alguns dos estudos tenham sido intervenções com crianças e adolescentes já participantes de programas de treinamento, com um bom condicionamento físico, houve uma melhora em variáveis importantes para haver um aumento significativo no desempenho desses atletas, relacionado diretamente à melhora nos níveis de aptidão física e coordenação motora dessa população.

HIPÓTESE E OBJETIVOS

3 Hipótese

Doze semanas de treino pliométrico é suficiente para aumentar os parâmetros de aptidão física e coordenação motora grossa em crianças de 7 a 9 anos com sobrepeso e obesidade.

4 Objetivos

4.1 Geral

Examinar os efeitos de doze semanas de um programa de treino pliométrico sobre o crescimento físico, aptidão física e coordenação motora grossa em crianças de 7 a 9 anos de idade com sobrepeso/obesidade.

4.2 Específicos

Avaliado em crianças com sobrepeso/obesidade:

- Os indicadores antropométricos (massa corporal, estatura, IMC) e de composição corporal (percentual de gordura, massa gorda e massa magra) em crianças com sobrepeso e obesidade entre 7 a 9 anos de idade;
- A coordenação motora (equilíbrio, salto monopedal, salto lateral e transferência de plataformas);
- Os indicadores de aptidão física (força de preensão manual, resistência abdominal, salto em distância, agilidade, velocidade, flexibilidade e teste de milha).

MÉTODOS

5 Métodos

5.1 Sujeitos

O estudo foi realizado entre agosto e novembro de 2015, sendo nossa amostra composta por 59 estudantes do gênero masculino com idades entre 7 e 9 anos. Todas as crianças estão envolvidas no projeto “Crescer com Saúde em Vitória de Santo Antão – PE”, desenvolvido desde 2009 na cidade de Vitória de Santo Antão, localizada a 55 km de distância do Recife, na Zona da mata sul do estado de Pernambuco. O projeto crescer com saúde têm analisado características referentes ao crescimento somático, composição corporal, coordenação motora, aptidão física e nível de atividade física habitual e implementado programas de intervenção com escolares da rede municipal de ensino.

A seleção da amostra foi realizada com a seleção dos alunos das escolas, dentro da faixa-etária pré estabelecida. Para identificar os meninos com sobrepeso e obesidade, foi realizada a medida do cálculo do percentil do IMC (sobrepeso = IMC entre 85 e 95%; obesos = $\text{IMC} \geq 95\%$) para idade e gênero sugerido pelas curvas de referência de crescimento em pré escolares da OMS (BUTTE *et al.*, 2007). Não estando dentre os critérios acima citados, os sujeitos eram excluídos do estudo, ficando, ao término da seleção, 63 selecionados.

Antes da coleta de dados, todas as crianças participaram de uma sessão introdutória e assistentes de pesquisa demonstraram a forma adequada de execução dos testes e os participantes praticaram cada teste. As crianças foram instruídas a não realizar qualquer atividade física vigorosa no dia anterior ou no dia de qualquer procedimento do estudo. O pré- teste foi realizado uma semana antes do período de treinamento e o pós- teste foi realizado na semana seguinte ao término do treinamento.

Após selecionados para participarem do estudo, aleatorizamos a amostra com o cálculo de 2x1 relacionados ao Grupo Treinado e ao Grupo Controle, por causa do número pequeno de indivíduos na amostra e da quantidade de desistência que poderia acontecer no estudo. Três crianças do grupo treinado não finalizaram suas sessões no treino e uma do grupo controle não foi localizada após das 12 semanas de intervenção, sendo finalizado o estudo com 59 escolares. Todos os procedimentos foram realizados dentro das escolas.

5.2 Delineamento do estudo

Este estudo caracteriza-se como um delineamento experimental randomizado.

A amostra foi composta por 59 crianças do sexo masculino entre 7 e 9 anos de idade divididas em dois grupos amostrais: Grupo Controle (GC; n=19) e Grupo Treinado (GT; n=40). Todos os sujeitos foram submetidos a avaliações antropométricas e da composição corporal (dobras de adiposidade), testes neuromotores e coordenação motora. Os voluntários foram devidamente instruídos a comparecer ao local de coletas, de modo que fossem realizados todos os procedimentos e avaliações antes do início da intervenção. Ao final das doze semanas de intervenção todas as avaliações foram repetidas. Todos os protocolos utilizados para avaliação dos sujeitos foram realizados por uma equipe de avaliadores devidamente treinada. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi assinado pelos pais ou responsáveis legais (Anexo I), antes do início da coleta dos dados. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CEPSH/CCS/UFPE, CAAE 04723412400005208) (Anexo II).

5.3 Antropometria e composição corporal

Foram realizadas as seguintes medidas antropométricas: massa corporal, estatura, altura sentada e medida de adiposidade subcutânea (tricipital e subescapular) seguindo protocolos descritos previamente (LUKASKI, 1987). Para avaliação da massa corporal foi utilizada uma balança de plataforma com capacidade máxima de 150 Kg e precisão de 100 g. O avaliado usando o mínimo de roupa possível e descalço foi posicionado em pé, de costas para a escala de medida da balança, sobre a plataforma, em posição ereta (ortostática). Os pés deveriam estar afastados à largura dos quadris, o peso do corpo distribuído igualmente em ambos os pés, os braços lateralmente ao longo do corpo e o olhar em um ponto fixo à sua frente, de modo a evitar oscilações na escala de medida.

Para avaliação da estatura foi utilizado um estadiômetro (marca Sunny) com escala de precisão de 0,1 cm. Foi medida a distância entre os dois planos que tangenciam o vértex (ponto mais alto da cabeça) e a planta dos pés com a cabeça orientada no plano de Frankfurt. No momento de definição da medida, o avaliado deveria estar em apneia e com as superfícies posteriores dos calcanhares, da cintura pélvica, da cintura escapular e da região occipital em contato com a escala de medida. A partir das medidas antropométricas foi realizada estimativa do Índice de Massa Corporal: $(IMC) = \text{massa corporal (Kg)} / \text{estatura (m}^2\text{)}$

Altura tronco-cefálica ou altura sentado é a distância em projeção compreendida entre o plano tangencial ao vértex e as espinhas isquiáticas (apoio das nádegas), estando o avaliado sentado em um banco com 50 cm de altura. Para avaliação da altura sentado foi utilizado um estadiômetro (marca Sunny) com precisão de 0,1 cm.

5.4 Avaliação da Aptidão física (AptFS)

Os dados da aptidão física foram coletados mediante a administração de uma bateria de testes motores compostas por sete itens conhecidos e padronizados, obedecendo à seguinte sequência: força de preensão manual (dinamometria), flexibilidade (sentar e alcançar), força e resistência abdominal (sit-up's), força explosiva de membros inferiores (impulsão horizontal), agilidade (teste do quadrado), corrida de velocidade (corrida 20m) e o teste de caminhada/corrida da milha (1.609m), cuja estrutura está descrita na Tabela 1. Toda a avaliação da aptidão física foi efetuada com base nos protocolos das baterias de testes *FITNESSGRAM* e *EUROFIT* (Anexo III).

Tabela 1 - Estrutura da bateria de testes

Testes	Componentes de Aptidão Física
Força de Preensão (kg/f)	Força Estática
Impulsão Horizontal (cm)	Força Explosiva de Membros Inferiores
Teste Corrida de 20 metros (m/s)	Velocidade
Teste do Quadrado (m/s)	Agilidade
Teste Sentar e Alcançar (cm)	Flexibilidade
Resistência Abdominal (r/mim.)	Força /Resistência Muscular Abdominal
Teste da milha (1.609m) (m/mim)	Capacidade Aeróbia

Kg/f: kilograma força; cm: centímetros; m/s: metros por segundo; m/mim: metros por minuto.

Fonte: SAFRIT, M. J. *et al.* (1977).

5.4.1 Força de Preensão Manual

Para a realização do teste de força de preensão, o participante ficou posicionado de pé, com o braço estendido ao longo do corpo (posição anatômica), com o dinamômetro posicionado em uma das mãos, ao ser informado o avaliado realizou uma força máxima durante 5 segundos. O avaliador registrou o valor na ficha de coletas e em seguida o

participante passou o dinamômetro para a outra mão, repetindo todo o procedimento anterior. O teste foi realizado com duas medições em cada mão com intervalo de um minuto entre elas, sendo utilizado para a análise dos dados apenas o maior desempenho em termos absolutos (Figura 1) (SAFRIT, M. J. *et al.*, 1977).

Figura 1- Avaliação da força de preensão manual



Fonte: NOBRE, 2016 - Dados obtidos na pesquisa.

5.4.2 Teste de força explosiva de membros inferiores (salto horizontal)

Para a avaliação da força dos membros inferiores através do salto horizontal utilizou-se uma trena fixada ao solo, perpendicularmente à linha demarcatória inicial, ficando o ponto zero sobre a mesma. A criança colocou-se imediatamente atrás da linha, com os pés paralelos, ligeiramente afastados, joelhos semiflexionados, tronco ligeiramente projetado à frente. Ao sinal, a criança saltou uma maior distância possível. Foram realizadas duas tentativas, registrando-se o melhor desempenho. A distância do salto foi registrada em centímetros a partir da linha inicial traçada no solo até o calcanhar mais próximo desta (Figura 2) (SAFRIT, M. J. *et al.*, 1977).

Figura 2- Avaliação da força muscular de membros inferiores



Fonte: NOBRE, 2016 - Dados obtidos na pesquisa.

5.4.3 Teste de Flexibilidade (Sentar-e-alcançar)

Para avaliação da flexibilidade utilizou-se o banco de Wells com as seguintes características: um cubo construído com peças de 30 x 30 cm; uma escala de 53 cm de comprimento por 15 cm de largura; graduação com trena métrica entre 0 a 53 cm. Na aplicação deste teste, as crianças estavam descalças. O avaliado senta-se de frente para a base da caixa, com as pernas estendidas e unidas. Com as mãos sobrepostas elevam os braços a vertical, inclinam o corpo para frente e alcançam com as pontas dos dedos das mãos tão longe quanto possível sobre a régua graduada, sem flexionar os joelhos e sem utilizar movimentos de balanço (insistências). Cada aluno realizou duas tentativas. O avaliador permaneceu ao lado do aluno, para assegurar que os joelhos permanecessem em extensão. O resultado foi obtido a partir da posição mais longínqua que o aluno pôde alcançar na escala com as pontas dos dedos. Registrou-se o melhor desempenho entre as duas execuções (Figura 3) (SAFRIT, M. J. *et al.*, 1977).

Figura 3 - Avaliação da flexibilidade



Fonte: NOBRE, 2016 - Dados obtidos na pesquisa.

5.4.4 Força Abdominal (Curl-Up's)

O objetivo é avaliar a força e resistência da musculatura abdominal. O material utilizado envolve um colchonete – evitando o incomodo do contato com o solo – e cronometro. O aluno posiciona-se em decúbito dorsal com os joelhos flexionados a 90 graus e com os braços cruzados sobre o tórax. O avaliador fixa os pés do estudante ao solo. Ao sinal o aluno inicia os movimentos de flexão do tronco até tocar com os cotovelos nas coxas, retornando a posição inicial (não é necessário tocar com a cabeça no colchonete a cada execução). O avaliador realiza a contagem em voz alta. O aluno deverá realizar o maior número de repetições completas em um tempo de 1 minuto. O resultado é expresso pelo número de movimentos completos realizados durante o tempo estabelecido (Figura 4) (SAFRIT, M. J. *et al.*, 1977).

Figura 4 - Avaliação da resistência abdominal

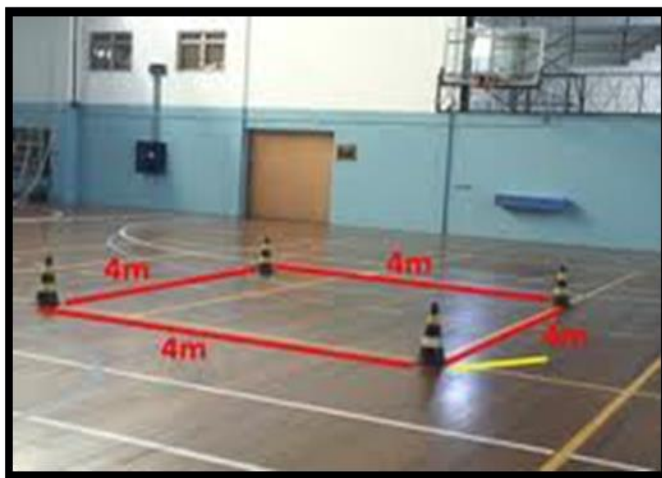


Fonte: NOBRE, 2016 - Dados obtidos na pesquisa.

5.4.5 Teste de agilidade (teste do quadrado)

Para administração deste teste é necessário: uma área em forma de quadrado delimitado em solo antiderrapante com 4 x 4 m de lado. O aluno parte da posição de pé, com um pé avançado a frente imediatamente atrás da linha de partida. Ao sinal do avaliador, deverá deslocar-se até o próximo cone em direção diagonal. Na sequência, corre em direção ao cone a sua esquerda e depois se desloca para o cone em diagonal (atravessa o quadrado em diagonal). Finalmente, corre em direção ao ultimo cone, que corresponde ao ponto de partida. O aluno deverá tocar com uma das mãos cada um dos cones que demarcam o percurso. O cronometro deverá ser acionado pelo avaliador no momento em que o avaliado realizar o primeiro passo tocando com o pé o interior do quadrado. Serão realizadas duas tentativas, sendo registrado o melhor tempo de execução (Figura 5) (SAFRIT, M. J. *et al.*, 1977).

Figura 5 - Avaliação da Agilidade



Fonte: NOBRE, 2016 - Dados obtidos na pesquisa.

5.4.6 Teste de velocidade de deslocamento (corrida de 20 metros)

Para administração deste teste é necessário: um cronômetro e uma pista de 20 metros demarcada com três linhas paralelas no solo da seguinte forma: a primeira (linha de partida); a segunda, distante 20m da primeira (linha de cronometragem ou linha de chegada) e a terceira linha (linha de referência), marcada a dois metros da segunda (linha de chegada). A terceira linha serve como referência de chegada para o aluno na tentativa de evitar que ele inicie a desaceleração antes de cruzar a linha de cronometragem. Dois cones para a sinalização da primeira e terceira linhas. O estudante parte da posição de pé, com um pé avançado a frente imediatamente atrás da primeira linha e será informado que deverá cruzar a terceira linha o mais rápido possível. Ao sinal do avaliador, o aluno deverá se deslocar, o mais rápido possível, em direção à linha de chegada. O avaliador aciona o cronômetro no momento em que o avaliado der o primeiro passo (tocar ao solo), ultrapassando a linha de partida. Quando o aluno cruzar a segunda linha (dos 20 metros) será interrompido o cronômetro (Figura 6) (SAFRIT, M. J. *et al.*, 1977).

Figura 6 - Avaliação da velocidade



Fonte: NOBRE, 2016 - Dados obtidos na pesquisa.

5.4.7 Aptidão Cardiorespiratória

Para avaliação da aptidão cardiorespiratória foi utilizado o teste de caminhada/corrida da milha (1.609m) (Cureton *et al.*, 1995). Cada criança percorreu a referida distância onde foi registrado o tempo na execução da tarefa. Em seguida estes valores foram convertidos em ml.kg.min^{-1} utilizando a equação sugerida por Cureton (1995) (Figura 7) (CURETON *et al.*, 1995) em que:

$$\text{VO}_2\text{max}=108,94-8,41(\text{tempo,min})+0,34(\text{tempo,min})^2+0,21(\text{idade x sexo})^b-0,84(\text{IMC})^c$$

^bPor sexo, substitua 1 para masculino e 0 para feminino; ^cIMC= Índice de massa corporal

Figura 7- Avaliação da aptidão aeróbia

Fonte: NOBRE, 2016 - Dados obtidos na pesquisa.

5.5 Avaliação da Coordenação Motora (CM)

Para a avaliação da Coordenação Motora (CM) foi utilizada a bateria de testes de coordenação corporal e desempenho motor através do Körperkoordinations-test für Kinder (KTK), proposto por Kiphard e Schilling (1974) (ANEXO IV). O teste KTK tem em sua composição a realização de quatro tarefas de movimentos: equilíbrio em marcha à retaguarda, saltos monopedais, saltos laterais e transferência sobre plataformas, cuja estrutura esta descrita na Tabela 2.

Tabela 2 – Estrutura do teste Körperkoordinations-test für Kinder (KTK)

Testes	Componentes do Desempenho Motor
Trave de Equilíbrio	Estabilidade do equilíbrio em marcha à retaguarda sobre a trave
Saltos monopedais	Coordenação dos membros inferiores; energia dinâmica/força.
Saltos Laterais	Velocidade em saltos alternados
Transferência sobre plataformas	Lateralidade; estruturação espaço-temporal

Fonte: KIPHARD; SCHILLING (1974).

5.5.1 - Trave de Equilíbrio

São utilizadas três traves de 3 metros de comprimento e 3 cm de altura, com larguras de 6 cm, 4,5 cm e 3 cm. Como superfície de apoio para saída, coloca-se à frente da trave, uma plataforma medindo 25 x 25 x 5cm. As três traves de equilíbrio são colocadas paralelamente. A tarefa consiste em caminhar à retaguarda sobre três traves de madeira com espessuras diferentes. São válidas três tentativas em cada trave. Durante o deslocamento (passos) não é permitido tocar o solo. Antes das tentativas válidas, o sujeito terá um pré-exercício para se adaptar à trave, no qual realiza um deslocamento à frente e outro à retaguarda (Figura 8). Para cada trave, são contabilizadas três tentativas válidas, o que perfaz um total de nove tentativas. O resultado será igual ao somatório de apoios a retaguarda nas 9 tentativas (KIPHARD E SCHILLING, 1974).

Figura 8 - Tarefa 1 - Trave de Equilíbrio



Fonte: NOBRE, 2016 - Dados obtidos na pesquisa.

5.5.2 - Salto Monopedal

São usados 12 blocos de espuma, medindo 50 x 20 x 5 cm cada um. A tarefa consiste em saltar um ou mais blocos de espuma colocados uns sobre os outros, com uma das pernas. A altura inicial a ser contada como passagem válida baseia-se no resultado do exercício-ensaio e na idade do indivíduo. Com isso, devem ser alcançados mais ou menos os mesmos números de passagens a serem executadas pelos avaliados nas diferentes faixas etárias. Estão previstos dois exercícios-ensaio para cada perna (direita e esquerda). (Figura 9) (KIPHARD E SCHILLING, 1974).

Alturas recomendadas para o início do teste de acordo com a idade em anos:

- 7 - 8 anos = 15 cm (3 blocos de espuma)
- 9 - 10 anos = 25 cm (5 blocos de espuma)

Figura 9 - Tarefa 2 – Salto Monopedal



Fonte: NOBRE, 2016 - Dados obtidos na pesquisa.

5.5.3 - Salto Lateral

Uma plataforma de madeira (compensado) de 60 x 50 x 0,8 cm, com um sarrafo divisório de 60 x 4 x 2 cm e um cronômetro. A tarefa consiste em saltitar de um lado a outro, com os dois pés ao mesmo tempo, o mais rápido possível, durante 15 segundos. Deve ser evitada a passagem alternada dos pés (um depois do outro). (Figura 10). Registram-se o número de saltos dados, em duas passagens de 15 segundos (saltitando para um lado, conta-se 1 ponto; voltando, conta-se outro, e assim sucessivamente). Como resultado final da tarefa teremos o somatório de saltos das duas passagens válidas (KIPHARD E SCHILLING, 1974).

Figura 10- Tarefa 3 – Salto lateral



Fonte: NOBRE, 2016 - Dados obtidos na pesquisa.

5.5.4 - Transferência sobre Plataforma

São usados para o teste, 2 plataformas de 25 x 25 x 5 cm e um cronômetro. As plataformas são colocadas lado a lado com uma distância entre elas de 5 cm. Na direção de deslocar é necessário uma área livre de 5 a 6 metros. A tarefa consiste em deslocar-se sobre as plataformas que estão colocadas no solo, em paralelo, uma ao lado da outra. O tempo de duração será de 20 segundos, e a criança terá duas tentativas para a realização da tarefa. A transferência lateral pode ser feita para a direita ou para a esquerda, de acordo com a preferência do indivíduo. No caso de haver apoio das mãos, toque de pés no chão, queda ou quando a plataforma for pega apenas com uma das mãos, o avaliador deve instruir o aluno a continuar e, se necessário, fazer uma rápida correção verbal, sem interromper a tarefa. São executadas duas passagens de 20 segundos, devendo ser mantido um intervalo de pelo menos 10 segundos entre elas (Figura 11). Conta-se tanto o número de transferências das plataformas, quanto as do corpo, em um tempo de 20 segundos. Anotam-se os valores da primeira e segunda tentativas válidas, em seguida, somam-se esses valores, obtendo-se o valor bruto da tarefa (KIPHARD E SCHILLING, 1974).

Figura 11- Tarefa 4 – Transferência sobre Plataforma



Fonte: NOBRE, 2016 - Dados obtidos na pesquisa.

5.6 Controle da qualidade dos dados

O controle da qualidade dos dados foi observada para garantir uma melhor qualidade da informação obtida sendo adotados os seguintes procedimentos: (i) todos os membros das equipes passaram por um período de treinamento, onde testaram cada um dos procedimentos em si próprios, como também em um grupo de crianças pertencentes à referida comunidade. Os problemas e questões relatadas nesta etapa foram solucionados pelos responsáveis do projeto; (ii) para controle da qualidade da informação, após o início da coleta de dados (21 dias) foi realizado um reteste com aproximadamente 10% do total da amostra, coletada até o período. O coeficiente de correlação intraclasse (R) e os respectivos intervalos de confiança (95%) foram utilizados para estimar a fiabilidade dos dados (Tabela 3).

A fiabilidade foi estimada a partir do coeficiente de correlação intraclasse (R). Espera-se que estes valores, que se situam entre 0 e 1, sejam os mais elevados possíveis, e que a amplitude do intervalo de confiança de R seja muito pequeno garantindo a elevada precisão das estimativas e reprodução do seu verdadeiro universo de competência.

Tabela 3 - Estimativas de fiabilidade dos diferentes testes e medidas realizados (valores de correlação intraclassa (R) que se situam, sempre, entre 0 e 1).

Variável	R	95% IC
<i>Medidas Somáticas</i>		
Peso (Kg)	0.99	0.98 a 1.00
Estatura (cm)	0.99	0.98 a 1.00
<i>Composição corporal</i>		
Dobra Tricipital (Safrit, M. J. <i>et al.</i>)	0.99	0.95 a 0.99
Dobra Subescapular (Safrit, M. J. <i>et al.</i>)	0.99	0.95 a 0.99
<i>Aptidão Física (AptFS)</i>		
Força de Pressão DIR. (kg/f)	0.98	0.97 a 0.99
Força de Pressão ESQ. (kg/f)	0.98	0.95 a 0.99
Impulsão Horizontal (cm)	0.99	0.96 a 0.99
Teste Corrida de 20 metros (m/s)	0.95	0.81 a 0.99
Teste do Quadrado (m/s)	0.97	0.89 a 0.99
Teste Sentar e Alcançar (cm)	0.98	0.93 a 0.99
Resistência Abdominal (r/mim.)	0.95	0.88 a 0.98
Teste da milha (1.609m) (m/mim)	0.88	0.52 a 0.97
<i>Desempenho Neuromotor (KTK)</i>		
Trave de Equilíbrio	0.93	0.72 a 0.98
Salto Monopedal	0.87	0.48 a 0.97
Salto Lateral	0.92	0.67 a 0.98
Transferência sobre Plataforma	0.85	0.39 a 0.96
AtFH(Mets/15min/semana)	0.72	0.61 a 0.89

Fonte: KIPHARD E SCHILLING (1974).

5.7 Intervenção (Treinamento Pliométrico)

O programa de treinamento pliométrico consiste na realização de estímulos com saltos e este foi um treino selecionado porque estudos apontam ganhos em habilidades motoras em curtos períodos de tempo, mesmo sendo um indivíduo já treinado. O treinamento pode ser utilizado como um instrumento de rápida melhora de habilidades motoras e aptidão física numa população que já foi estudada e avaliada, contendo déficits nesses padrões, com o objetivo de proporcionar um rápido ajuste nesses baixos padrões motores em um curto período de tempo, proporcionando um nivelamento com as demais crianças, trazendo confiança e destreza para que consigam se engajar em atividades esportivas.

O treinamento, neste estudo, foi realizado semanalmente, em dois dias não consecutivos (segundas e quartas-feiras), durante três meses, totalizando 24 sessões de treinos, ministrados nas próprias escolas, num tempo máximo de 20 minutos por sessão. Para garantir a realização de, ao menos, dois treinos semanais, foi disponibilizado mais um ou dois dias da semana, quando necessário, para reposição de faltas semanais dos alunos treinados. Nas sessões de treino foram formados grupos com no máximo seis crianças e os saltos foram realizados em séries de cinco repetições por vez. Dessa forma, as crianças tiveram um número reduzido de repetições (esforço) e mais tempo para recuperar o esforço realizado.

Cada sessão de treinamento pliométrico foi dividida em três partes: aquecimento; treino e volta à calma. Antes de iniciar o treino, as crianças eram submetidas a um rápido aquecimento dinâmico com atividades lúdicas, saltos e alongamentos, por aproximadamente cinco minutos. As três primeiras sessões de treino foram compostas por 50 repetições, sendo acrescentados dez saltos a cada três sessões, até um total de 120 saltos nas três últimas sessões do programa de treino, que representaram as sessões 22^a, 23^a e 24^a (Tabela 4).

Tabela 4 - Descrição do programa de treino pliométrico para crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 9 anos de idade durante 12 semanas.

SESSÕES	SÉRIES	REPETIÇÕES	TOTAL DE SALTOS
1 ^a - 3 ^a	10	05	50
4 ^a - 6 ^a	12	05	60
7 ^a - 9 ^a	14	05	70
10 ^a - 12 ^a	16	05	80
13 ^a - 15 ^a	18	05	90
16 ^a - 18 ^a	20	05	100
19 ^a - 21 ^a	22	05	110
22 ^a - 24 ^a	24	05	120

Sessões: número de dias em que ocorriam os treinos; Séries: número de estímulos e pausas entre os exercícios realizados durante o treino; Repetições: Número de saltos realizados em cada série; Total de saltos: Número total de saltos executados em cada sessão de treino.

Fonte: ALMEIDA et al (2016) (no prelo).

O programa de treinamento pliométrico foi composto de saltos verticais, horizontais e laterais com o toque no solo de um ou dois pés (5 a 12 séries de 10 repetições). As quatro

plataformas usadas no treino possuem as mesmas dimensões quanto ao comprimento (80 cm) e largura (50 cm), porém alturas variadas de 10, 20, 30 e 30 cm.

O princípio da sobrecarga foi incorporado ao programa através do aumento progressivo do número de séries de exercícios. As crianças foram orientadas a realizar todos os saltos no esforço máximo (altura e/ou distância máxima) e tempo mínimo de contato no solo, o que caracteriza a pliometria. O treino com saltos pliométricos segue os exercícios propostos por (JOHNSON *et al.*, 2011). Os participantes realizaram todos os exercícios calçados com tênis, como forma de padronizar o treino e minimizar o impacto nas articulações. O solo foi forrado com colchões de poliuretano com espessura de 10 milímetros, visando aumentar o amortecimento do choque entre os saltos.

Tabela 5 - Descrição de diferentes saltos usados no protocolo de treinamento pliométrico.

Tipo de Salto	Descrição
Salto Lateral	Salto com ambos os pés, alternando movimentos látero-laterais do solo para a plataforma de 10 cm.
Salto com agachamento	Salto com uma rápida contração excêntrica vigorosa do solo ao topo da plataforma de 10 cm, com ação simultânea dos pés, seguido da queda da plataforma para o solo.
Altura crescente dos saltos	Saltos alternados entre o solo e as plataformas com a altura das plataformas dispostas de forma crescentes (10, 20 e 30 cm).
Altura decrescente dos saltos	Saltos alternados entre o solo e as plataformas com a altura das plataformas dispostas de forma decrescente. (30, 20 e 10 cm).
Salto vertical com perna esquerda	Repetição de saltos máximos tocando no solo apenas com o pé esquerdo.
Salto vertical com perna direita	Repetição de saltos máximos tocando no solo apenas com o pé direito.
Saltos de diferentes alturas	Saltos entre as plataformas de 30, 20, 10 e 30 cm sem tocar no solo.

Fonte: JOHNSON et al (2011).

5.8 Análise dos dados

Inicialmente, foi realizada uma análise exploratória dos dados para identificar a eventual presença de informações incorretas ou inconsistentes (*outliers*), bem como testar a hipótese de normalidade em todas as distribuições de dados (Shapiro-Wilk). As variáveis com distribuição heterogênea foram ajustadas por meio de transformação logarítmica. Os

valores são apresentados como média $\pm$ EPM (antropometria e composição corporal), mediana, valor mínimo e valor máximo (testes da aptidão física e coordenação motora). Para verificar o efeito do treinamento pliométrico e a existência de diferenças entre os grupos (GC vs GT) foi utilizado o teste *t-student* para amostras independentes e o teste *t* pareado na análise intragrupo. As comparações intragrupo e intergrupo foram realizadas pelos respectivos testes não paramétricos Wilcoxon e Mann-Whitney U. Todas as análises foram realizadas usando o programa estatístico SPSS versão 17.0 (SPSS, Inc. Chicago, IL) e o nível de significância foi de 5%.

RESULTADOS

6 Resultados

Journal of Strength and Conditioning Research Twelve-weeks of plyometric training improves motor performance of 7-10 year old overweight/obese boys --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Full Title:	Twelve-weeks of plyometric training improves motor performance of 7-10 year old overweight/obese boys
Short Title:	Plyometric and motor performance of children
Article Type:	Original Research
Keywords:	Obesity; prepubescent boys; physical fitness KTK test; plyometric; intervention
Corresponding Author:	Carol Gois Leandro, Ph.D. Universidade Federal de Pernambuco Vitoria de Santo Antao, Pernambuco BRAZIL
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	Universidade Federal de Pernambuco
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	Gabriela Goes-Nobre, Master
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	Gabriela Goes-Nobre, Master Marcelus Brito Almeida, Ph.D. Isabele Goes-Nobre, Master Fernanda Karina dos-Santos, Ph.D. Raphael Arnaut-Brinco, Master Thalyson Ricardo Arruda-Lima, Master Kenya Larissa de-Vasconcelos, Master Jociellen Gomes de-Lima, Master Manoel Etelberto Borba-Neto, Master Emmanuel Martins Damasceno-Rodrigues, Master Steve Santos-Silva, Master Carol Gois Leandro, Ph.D. Marcos Andre Moura-dos-Santos, Ph.D.
Order of Authors Secondary Information:	
Manuscript Region of Origin:	BRAZIL
Abstract:	We analyzed the effects of a protocol of plyometric training on motor performance and body composition of overweight/obese children aged 7 to 9 years. The sample was randomly assigned to 2 groups: plyometric training group (T, n = 40) and control group (C, n = 19). The groups were similar at baseline physical characteristics and motor performance (physical fitness and motor coordination). Physical fitness was measured by handgrip strength, muscle endurance, explosive power, flexibility (sit and reach), agility (square test) and mile test. Gross motor coordination was evaluated by means of the Körperkoordinations-test für Kinder (KTK) tests. The progressive plyometric training program consisted in twice per week sets of exercises, during twelve weeks. There was no difference in terms of anthropometry and body composition between groups

Powered by Editorial Manager® and Prodxion Manager® from Aries Systems Corporation

	after intervention, but T group showed reduced fat mass and increased fat free mass compared to baseline values. Plyometric training improved handgrip strength, flexibility, standing long jump, agility and abdominal strength (curl ups) performance. For gross motor coordination results, T group showed better performance in all tests after plyometric training. In conclusion, plyometric training can be used to enhance motor performance in overweight/obese children.
Suggested Reviewers:	Christos Kotzamanidis, Ph.D. Professor, Aristotle University of Thessaloniki kotzamn@phed.auth.gr Dr Kotzamanidis is an expert in plyometric training for children/adolescent. Jean Francois Grosset, Ph.D. Professor, Université de Technologie de Compiègne jgrosset@utc.fr Dr Grosset is an expert in physical training and muscle adaptations. Romulo Bertuzzi, Ph.D. Professor, Universidade de São Paulo bertuzzi@usp.br Dr Bertuzzi is an expert in physiology of sports.

Original Article

Title: Twelve-weeks of plyometric training improves motor performance in 7-10 year old overweight/obese boys

Short-Title: Plyometry and motor performance in children

Authors: Gabriela Góes Nobre¹, Marcelus Brito de Almeida¹, Isabele Góes Nobre¹, Fernanda Karina dos Santos², Raphael Arnaut Brinco³, Kenya Larissa de-Vasconcelos¹, Jociellen Gomes de-Lima¹, Thalison Ricardo Arruda-Lima¹, Manoel Etelberto Borba-Neto¹, Emmanuel Martins Damasceno-Rodrigues¹, Steve Martin Santos-Silva¹, Carol Góis Leandro¹, Marcos André Moura-dos-Santos⁴

Author's Institutions

¹Department of Physical Education and Sports Science, CAV, Federal University of Pernambuco, 55608-680 Vitória de Santo Antão, PE, Brazil

²Department of Physical Education, Federal University of Viçosa, BH, Brazil

³Department of Nutrition, Federal University of Pernambuco, Brazil

⁴Superior School of Physical Education, University of Pernambuco, Recife, PE, Brazil

Conflicts of interest: We declare that we have no conflicts of interest.

Address of corresponding author: Carol Góis Leandro, Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte, Universidade Federal de Pernambuco. Centro Acadêmico de Vitória – CAV. Phone: (00 55 81) 21268463. Fax: (00 55 81) 21268473. **E-mail:**

carolleandro22@gmail.com

Abstract

We analyzed the effects of a protocol of plyometric training on motor performance and body composition of overweight/obese children aged 7 to 9 years. The sample was randomly assigned to 2 groups: plyometric training group (T, n = 40) and control group (C, n = 19). The groups were similar at baseline physical characteristics and motor performance (physical

fitness and motor coordination). Physical fitness was measured by handgrip strength, muscle endurance, explosive power, flexibility (sit and reach), agility (square test) and mile test. Gross motor coordination was evaluated by means of the *Körperkoordinations-test für Kinder* (KTK) tests. The progressive plyometric training program consisted in twice per week sets of exercises, during twelve weeks. There was no difference in terms of anthropometry and body composition between groups after intervention, but T group showed a reduction on fat mass and an increase on fat free mass compared to baseline values. Plyometric training improved handgrip strength, flexibility, standing long jump and abdominal strength (curl ups) performance. For gross motor coordination results, T group showed better performance in all tests after plyometric training. In conclusion, plyometric training can be used to enhance motor performance in overweight/obese children.

Key words: Obesity, prepubescent boys, physical fitness, KTK test, plyometric, intervention.

List of abbreviations: Body mass index (BMI), fat free mass (FFM), % body fat (%BF), maximal oxygen consumption (VO₂max), *Körperkoordinations-test für Kinder* (KTK).

INTRODUCTION

Childhood overweight/obesity is now a health public awareness around the world, mostly because about 70% of obese children and adolescents showed a high chance to become obese adults (15). Overweight and obesity in childhood are known to have significant impact on both physical and psychosocial (low self-esteem) health (Moura-Dos-Santos M). Several comorbidities are associated with obesity such as diabetes type II, sleep apnea, slipped femoral epiphyses, dyslipidemia, hypertension, chronic inflammation and cardiovascular diseases (Moura-Dos-Santos M). The underlying factors related to excessive gain of body weight and body fat mass during childhood include genetic (Alstrom syndrome and Prader Willi syndrome), environmental factors (high caloric diet and physical inactivity), hormonal disturbs (hypothyroidism), and most recently, the prenatal and perinatal environment (maternal obesity and short-duration or no breastfeeding) (Moura-Dos-Santos M).

Obesity and overweight can be defined as an excess of body fat and high values of

body mass index (BMI), respectively (11). The measurement of BMI percentile (overweight = BMI 85th to 95th percentile and obese BMI $\geq$ 95th percentile) for age and gender suggested by the World Health Organization (WHO) growth standards in preschool children and WHO growth reference curves (3) are the most practical tools for clinicians to identify and track overweight and obesity (11, 12). Once overweight/obesity is established during infancy, a primary prevention besides incorporating strategies of behavioral changes, diet management, and physical activity may be effective to reverse this scenario.

Regular physical activity is associated with positive effects on health and development of children (24). A systematic review identified that most of intervention studies used programs of moderate to vigorous physical activity of 30 to 45 minutes with duration 3 to 5 days per week for school-age youth (24). However, children and adolescents should participate daily in 60 minutes or more of moderate to vigorous physical activity in order to improve musculoskeletal development, cardiovascular fitness, reduction in total body and visceral adiposity (1). Even though most of the outcome variables showed significant improvements after the intervention (diet and physical activity), the low adherence for an active lifestyle still remains a serious problem to maintain especially overweight children on a physical training program (21). The underlying mechanism seems to be related to the low level of physical fitness and motor coordination that causes demotivation for overweight/obese children to engage in sports and leisure activities (8).

Plyometric exercise refers to performance of stretch-shortening cycle movements that involve a high-intensity eccentric contraction immediately after a rapid and powerful concentric contraction (19). Plyometric training include various types of body weight jumping-type exercise, like drop jumps, counter-movement jumps, squat jump, alternate-leg bounding and hopping (19). It starts with a rapid stretch of a muscle followed by a rapid shortening and the neuromuscular system is conditioned to react more quickly to the stretch-shortening cycle (14). This type of exercise can improve balance, jumping abilities, speed reaction, muscular strength, vertical jump height and power production (23). In response to 8-week training period (plyometric plus balance exercises), it was observed improved leg stiffness, 10-m sprints and shuttle runs to a greater degree in children (4). A program of plyometric training (total number of jumps was initially 60 per session, which was gradually increased over a period of 10 weeks to 100 per session) for prepubescent boys (11.1 ± 0.5 years old) improved the performance in squat jump and running speed by influencing

the maximum velocity phase, but not the acceleration phase (17).

Currently, less is known about the influence of plyometric exercise on overweight/obese children. Overweight/obese children have lower levels of physical fitness, motor coordination and therefore participate in fewer organized recreational activities (14). Plyometric training is considered to be safe and recommended to improve physical fitness and motor coordination for youth according to the National Strength and Conditioning Association (10). Additionally, there are no previous studies that considered this kind of physical training in overweight/obese children. Thus the purpose of the present study was to examine the effects of twelve weeks of plyometric training for improving physical fitness in 7 to 9 years old overweight/obese boys, and to determine if this type of training could be used to improve the gross motor performance of these children. Our hypothesis is that plyometric training is efficient to improve motor skills of overweight/obese children.

METHODS

Experimental Approach to the Problem

We hypothesized that plyometric training improves physical fitness and motor gross coordination of 7 to 9 years old overweight/obese boys. To precisely investigate the effects of twelve-weeks of plyometric training, overweight/obese schoolboys were assigned in 2 groups: plyometric training group (T, $n = 40$) and control group (C, $n = 19$). In this study, trained group exercised twice a week (on nonconsecutive days) with a progressive increment of intensity during the weeks. These exercise included low intensity exercises (lateral jump), moderate exercises (squat jump) and high intensity (increasing height). Groups were evaluated pre and post plyometric training. Anthropometry and body composition were evaluated in both groups. Physical fitness was evaluated by handgrip strength, muscle endurance, explosive power, flexibility (sit and reach), agility (square test) and mile test (estimated $VO_2\text{max}$). For motor gross coordination, we used the protocol based on KTK tests that include: (a) balance; (b) jumping laterally; (c) hopping on one leg over an obstacle and (d) shifting platforms. Motor quotient was calculated based on the score of each test.

Subjects

To identify overweight/obese boys, it was used the measurement of BMI percentile (overweight = BMI 85th to 95th percentile and obese BMI $\geq$ 95th percentile) for age and gender suggested by the WHO growth standards in preschool children and WHO growth reference curves (3). This study was approved by the Ethics Committee of the Centre of Health Science, Federal University of Pernambuco (CEPSH / CCS / UFPE, CAAE 04723412400005208) in accordance with the ethical standards of the 1964 Helsinki Declaration.

The sample was then randomly assigned to 2 groups: plyometric training group (T, n = 40) and control group (C, n = 19). In this study, to minimize reduction of the sample, the proportion of 2:1 for plyometric training group versus control group was used. The groups were similar in age (T, 9.8 ± 0.9 ; and C, 9.9 ± 1.1) and baseline physical characteristics (Table 2). All study procedures took place at school facilities. Prior to data collection, all children participated in one introductory session and research assistants demonstrated proper testing procedures and participants practiced each test. Children were asked not to perform any vigorous physical activity the day before or the day of any study procedure. Pre-testing was performed the week before the training period and post-testing was performed the week after the training period.

Anthropometry and body composition

The body weight of the lightly dressed and barefooted subjects was measured to the nearest 0.1 kg with a digital scale (Filizola, São Paulo, Brazil), and the stretched stature was measured to the nearest 0.5 cm using a portable stadiometer (Sanny, São Paulo, Brazil) with each subject's shoes off, feet together, and head in the Frankfurt horizontal plane (20). The BMI was calculated using the standard formula [weight (kg)/height² (m)]. Triceps and subscapular skinfolds were measured with a Lange caliper (Lange, Santa Cruz, California, USA) using a standard protocol (18). The percent body fat (BF %), fat mass (kg) and fat-free mass (FFM, kg) were estimated using Lohman & Going's formulas (18).

Physical fitness

Physical fitness was assessed according to FITNESSGRAM (22) and EUROFIT (9) standardized test batteries. For the present report the chosen tests were: (a) handgrip strength (measured independently in each hand) using a handgrip dynamometer (Saehan, Flintville, USA); (b) sit-and-reach (as a measure of flexibility); (c) curl-ups (as an indicator of dynamic muscle endurance of abdominal muscles); (d) standing long jump (a measure of the explosive power of the lower limbs); (e) square test as a measure of agility (complete a weaving running course [4x4 meter square] in the shortest possible time); (f) and a 20-meter dash run (to evaluate running speed in the shortest possible time); (g) time (min) in the mile test as a putative indicator of relative maximal oxygen consumption, where time to run the distance was transformed to; (h) VO₂max (mL·kg⁻¹·min⁻¹) using the regression equations from a previous study (Moura-Dos-Santos M).

Gross motor coordination

Gross motor coordination was evaluated with a standardized test battery for children which was developed in Germany (*Körper Koordination Test für Kinder - KTK*) (16), and has been widely used in Brazil. The KTK includes the assessment of the following items: (a) balance – child walks backward on a balance beam 3 m in length, but of decreasing widths: 6 cm, 4.5 cm, 3 cm; (b) jumping laterally – child makes consecutive jumps from side to side over a small beam (60 cm×4cm×2 cm) as fast as possible for 15 s; (c) hopping on one leg over an obstacle – the child is instructed to hop on one foot at a time over a stack of foam squares. After a successful hop with each foot, the height is increased by adding a square (50 cm×20 cm×5 cm) and (d) shifting platforms – child begins by standing with both feet on one platform (25 cm×25 cm×2 cm supported on four legs 3.7 cm high); places the second platform along-side the first and steps on to it; the first platform is then placed alongside the second and the child steps on to it; the sequence continues for 20 s. For each task, performance was scored in a point system as suggested by the protocol, were summed and converted in the overall motor quotient (MQ) gender and age specific. The overall MQ qualifies gross motor development in the following categories: ‘not possible’ (MQ<56),

‘severe motor disorder’ (MQ 56–70), ‘moderate motor disorder’ (MQ 71–85), ‘normal’ (MQ 86–115), ‘good’ (MQ 116–130) and ‘high’ (MQ131–145).

Plyometric training

The progressive plyometric training program consisted in twice per week set of exercise on nonconsecutive days (Tuesday and Thursday) for twelve weeks under monitored and controlled conditions. The training session for trained group was divided in three sections: warm-up (jogging at a self-selected comfortable pace followed by stretching during 3 min), training and cool-down. Throughout the study period, subjects exercised in small groups and an instructor to subject ratio of at least 1:3 was maintained. Level one included low intensity exercises (lateral jump) in order to safely introduce subjects to plyometric training. In addition, level one exercises provided the subjects with an opportunity to gain confidence in their abilities to perform basic plyometric movements before progressing to more advanced drills at levels two (squat jump) and level three (increasing height). Each exercise session included lower body plyometric and plyometric speed and agility drills that were specifically designed to enhance a subject’s ability to accelerate, decelerate, change direction, and then accelerate again. Subjects were provided with adequate time for recovery between exercises and sets. The description of each kind of jump is presented in Table 1. If a subject fatigued and could not perform an exercise correctly, the exercise was stopped. Subjects were encouraged to perform all plyometric exercises in an explosive manner and there was no damage or injuries during the program of plyometric exercise.

Table 1. Description of the different jumps used in the protocol of plyometric physical training

Type of Jump	Description
Lateral Jump	Jump with both feet, side-to-side movements alternating floor and the 10 cm platform.
Squat Jump	Jump with a rapid eccentric contraction forcefully off the floor at the top of the range of motion feet together after the fall of 10 cm platform.
Increasing height jump	Jump alternating between the ground and the platforms with increasing heights (10, 20 and 30 cm).
Decreasing height jump	Jumps alternating between the ground and the platforms with decreasing heights (30, 20 and 10 cm).
One-legged vertical jump left	Repetitions of maximum jumps to touch the ground with only the left foot.
One-legged vertical jump right	Repetitions of maximum jumps to touch the ground with only the right foot.
Different height jump	Steps between 30, 20, 10, 30 cm platforms without touch in the ground.

Statistical analysis

Exploratory data analysis was used to identify possible inaccurate information and the presence of outliers and to test the assumption of normality in all data distributions. Variables with skewed distributions were log-transformed (anthropometry and body composition). Descriptive statistics are presented as means and standard error mean. Inter group (control x trained) differences were evaluated using independent sample t-tests. Intragroup differences (baseline x post-training) were evaluated using paired Student's t-test. Physical fitness and gross motor coordination are presented as median, minimal and maximal value. The differences were evaluated by non-parametric tests, the inter group (control x trained) differences were evaluated using Mann-Whitney U test and the intragroup differences using Wilcoxon test. All analyses were carried out using SPSS version 17.0 (SPSS, Inc. Chicago, IL) and statistical significance was set at $p < 0.05$.

RESULTS

Table 2 shows the descriptive analysis of anthropometry and body composition of both groups before and after plyometric training. Inter-group (control vs trained) analysis at baseline and after plyometric training intervention showed that there was no difference between groups. After the period of twelve weeks, intragroup analysis (baseline and post training) showed that both groups presented gain in body weight, height, sitting height and an increase in fat free mass but only trained group showed a light reduction in fat mass. For physical fitness and gross motor coordination, there were no differences between groups (control vs trained) at baseline and after twelve-weeks of plyometric training. Intragroup analysis showed that plyometric training improved handgrip strength, flexibility (sit and reach test), standing long jump and abdominal strength (curl ups). For control group, these variables did not differ (Figure 1). For gross motor coordination, results were more pronounced in response to the protocol of plyometric physical training and trained children showed improvement in all tests (Figure 2). Mean motor quotient of both groups was initially classified as “moderate motor disorder” (T, 79.8 ± 4.9 ; and C, 81.9 ± 6.1), but after plyometric training, T group mean got normal score (T, 101.2 ± 6.9 ; and C, 82.4 ± 5.1).

The effect size (Cohen) was measured related with trained group in baseline *versus* post training. The found values of physical fitness in the *d*-Cohen's was handgrip strength ($d=0,25$), flexibility ($d=0,20$), abdominal strength ($d=0,40$), standing long jump ($d=0,80$), agility ($d=0,48$), 20m running ($d=0,45$), mile test ($d=0,50$). The found values of KTK test, we could observe balancing backwards ($d=0,29$), one leg obstacle jumping ($d=0,38$), jump from side to side ($d=1,11$) and sideway movements ($d=0,76$). To understand the description of the values, we can observe Cohen classification effect sizes as small ($d=0.2$), medium ($d=0,5$) and large ($d = 0,8$).

Table 2. Descriptive statistic analyzes of overweight/obese 7 -9 years old children (control = 19 and trained = 40) submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks. Data include anthropometry and body composition.

	Baseline				<i>P-value</i>	Post-training				<i>P-Value</i>	<i>d</i> (Cohen's)
	Control (n = 19)		Trained (n = 40)			Control (n = 19)		Trained (n = 40)			
Antropometry and Body Composition	Mean	SEM	Mean	SEM		Mean	SEM	Mean	SEM		
Weight (Kg)	43.5	2.4	41.6	1.1	0.469	44.9*	2.6	42.7*	1.1	0.465	1.1
Height (m)	1,31	0.1	1,31	0.0	0.502	1,34*	0.1	1,34*	0.1	0.727	0.5
BMI (Kg·m ⁻²)	24.8	0.9	23.8	0.4	0.359	24.9	1.0	23.6	0.4	0.260	-0.2
Sitting Height (cm)	71,8	0.6	71,1	0,6	0.477	72,3*	0.6	72,0*	0.6	0.494	0.4
Body Fatness (%)	40.1	2.1	35.4	1.0	0.300	38.5	2.5	35.9	1.0	0.363	0.5
Fat Mass (kg)	18.3	19	16.0	0.7	0.189	18.3	2.1	14.8*	0.8	0.707	1.2
Fat Free Mass (kg)	25.2	0.7	26.6	0.6	0.189	26.6*	0.8	27.2*	0.5	0.521	0.7
Tricipital SKF (mm)†	23.1	1.3	21.4	0.6	0.218	22.9	1.3	21.6	0.7	0.350	0.2
Subscapular SKF (mm)†	24.3	2.0	23.0	1.2	0.670	23.9	2.0	23.4	1.2	0.840	0.4
Σ SKF (Triceps + Subscapular) [mm]†	47.5	3.0	44.4	1.8	0.370	46.8	3.2	45.0	1.7	0.598	0.6

† Log-transformed variables were used in the latter analysis. P values refers to the comparison between control and trained. * P < 0.05 refers to the comparison between baseline and post intervention in each group. *d* (Cohen's) – effect size of the trained group.

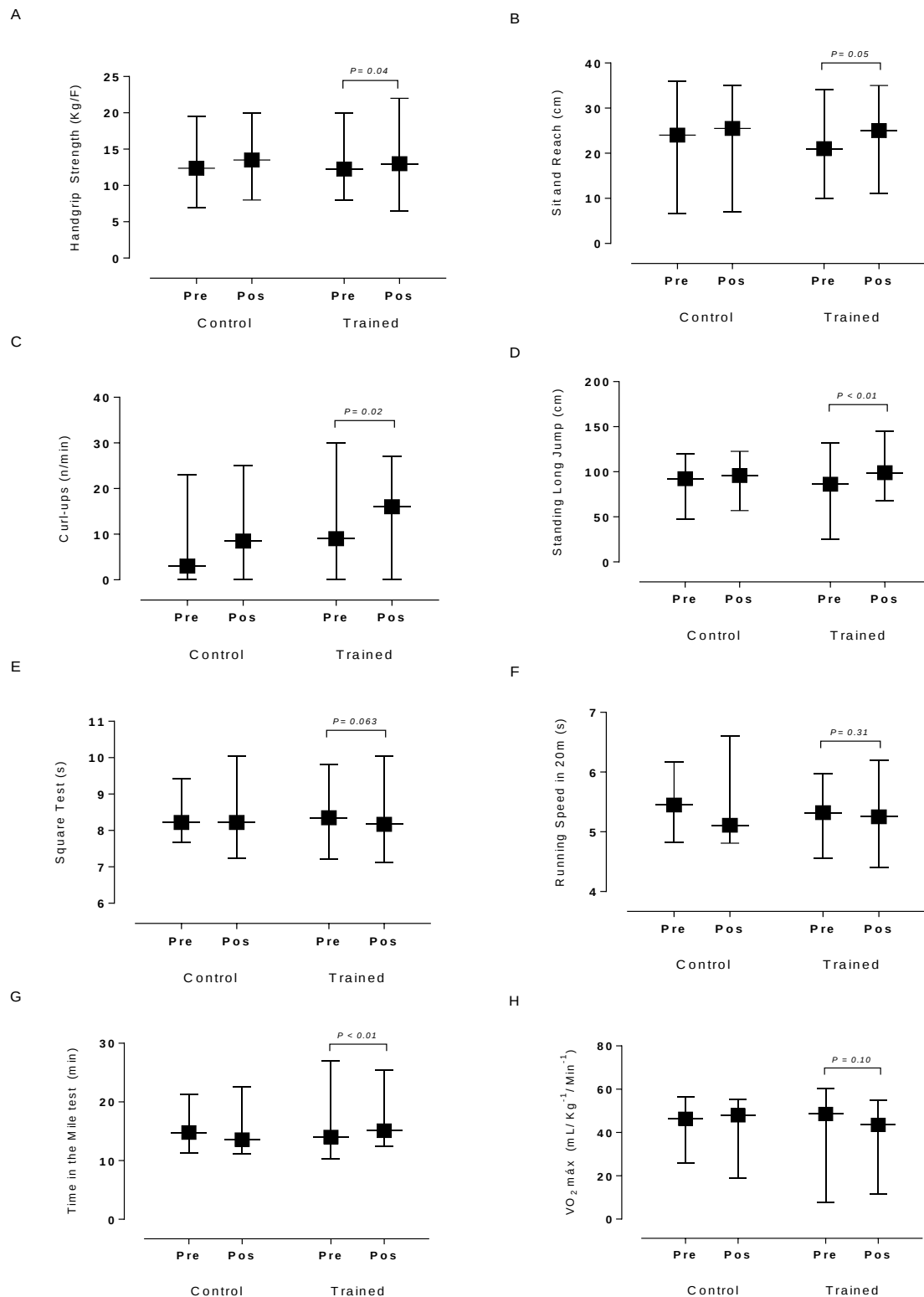


Figure 1: Variation of the performance in each physical fitness test: handgrip strength (A), sit and reach (B), curl up (abdominal strength, C), standing long jump (D), square test (agility, E), running speed in 20m (F), time in the mile test (G), estimated VO₂max (H) of overweight/obese 7 -9 years old children (control = 19 and trained = 40) submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks. Values are expressed in median, minimal and maximal.

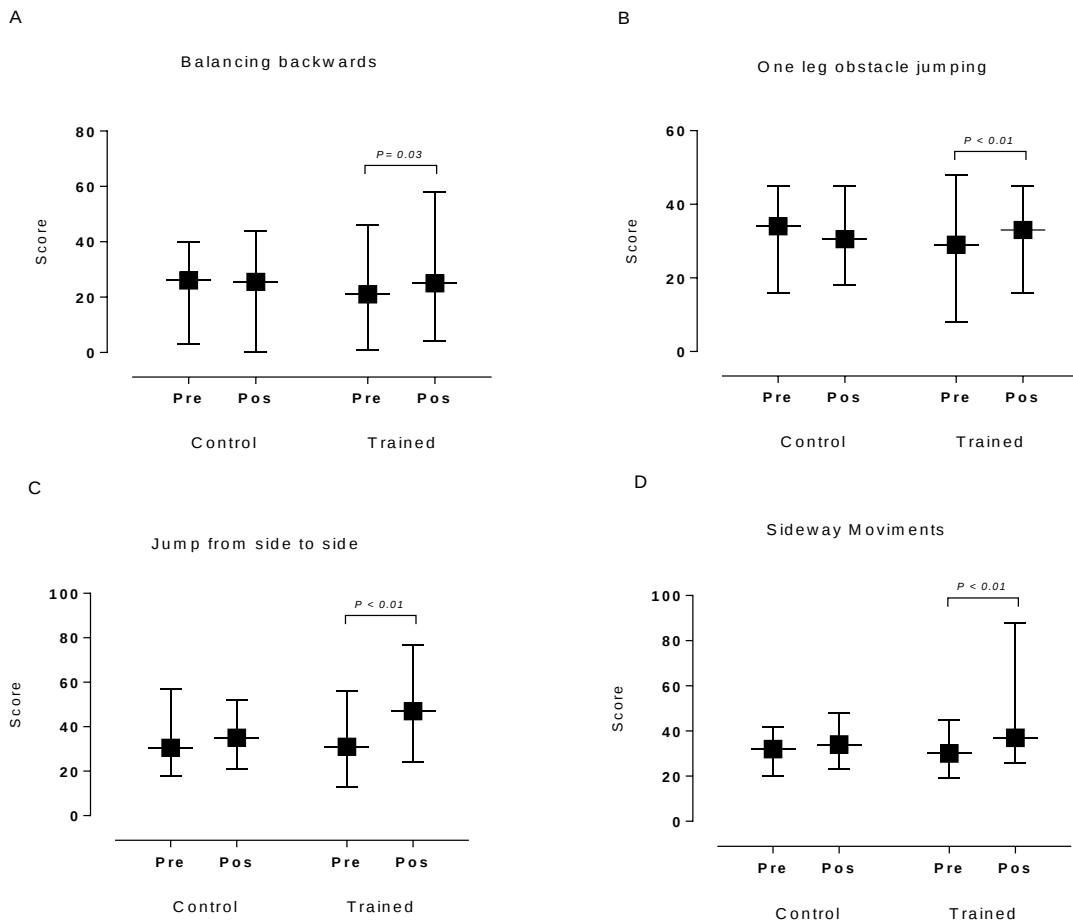


Figure 2: Variation of the performance in each gross motor coordination test: balancing backwards (A), one-legged obstacle jumping (B), jumping from side to side (C) and sideway movements of overweight/obese 7 -9 years old children (control = 11 and trained = 7) submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks. Values are expressed in median, minimal and maximal. The inter group (control x trained) differences were evaluated using Mann-Whitney U test and the intragroup (pre and post) differences using Wilcoxon test.

DISCUSSION

In the present study, we described the effects of twelve weeks of plyometric training on the anthropometry and body composition, physical fitness and gross motor coordination of 7 to 9 years old overweight/obese boys. Aligned to previous studies, we found significant effect of this intervention on anthropometric and body composition variables, such as body weight, height, sitting height, fat free mass and fat-mass (14, 17, 19). In addition, overweight/obese boys submitted to this protocol of physical training showed improvements in the performance of most physical fitness tests (flexibility, manual strength, abdominal

strength and mile test) and gross motor coordination. Interventions that have focused intensively on improvements on physical skills can be generally most favorable to get success for children (7). These improvements can enhance the participation of overweight/obese children in sports and leisure activities. Our data demonstrated that overweight/obese children could engage on more extensively moderate/intense physical training program with a more efficient performance in specific exercise. It could be an important mechanism to avoid the high rate of non-adherence to physical program as seen for overweight/obese children (15). Our results add consistently to the evidence on primary intervention to improve childhood motor performance.

As expected from plyometric training, we observed significant changes in body composition with the intervention. However, the gain of body weight, height and sitting height can be related to a normal growth that is dependent on age as both groups presented the same increment (around 1 cm after 12 weeks). As previously observed, there was an increase in the fat free mass that is related to the specific type of exercise [predominantly anaerobic with stretch-shortening cycle movements] (4, 14, 17). This type of exercise is predominantly anaerobic that can be confirmed by the lack of improvement in the estimated VO₂max. Because physical training improves the resting metabolic rate and increase fat free mass (6), plyometric training may be a valuable component of an integrated weight management program in overweight/obese children.

Supported by previous studies, plyometric training improved standing long jump, flexibility, abdominal strength and mile test (14, 17). Improvements in the plyometric induced performance can be more related to biomechanical parameters such as maximal isometric voluntary force, contractile and elastic musculoskeletal properties, musculotendinous stiffness and rate of torque development in the quadriceps of children (13). It seems 12 that training programs that include movements that are biomechanically and metabolically specific to the performance test may be more likely to induce improvements in selected performance measurements. Our findings showed that high velocity plyometric movements which consist of a rapid eccentric muscle action followed by a powerful concentric muscle action are important for enhancing the rate of force development during jumping and sprinting whereas did not alter cardiorespiratory fitness. The main outcome related to obese boys is concerned to the engagement in sports that needs explosive power and agility for the performance.

In the present study, trained children showed improvements in all gross motor coordination tests. Only for trained boys, there was seen an improvement on MQ such as they reach a normal score of 101.2 for age and gender (normal MQ = score 86–115). Plyometric training may also activate the neuromuscular system for the loads of sports exercise or different physical training (resistance, aerobic, etc) by activating additional neural pathways and enhancing to a greater degree the alert of the neuromotor system (17). This potential benefit may be particularly advantageous during the engagement on training when overweight/obese participants are learning how to perform correctly overloaded exercises. Although there is less emphasis on the development of motor skills during childhood, refined physical fitness components and motor coordination acquisition are important to learn and to practice new movement skills and it can contribute to a physically active lifestyle.

We analyzed the effects of plyometric training individually for each boy in order to understand the degree of improvement. Our intervention probably provided an adequate magnitude of effort, since there was evidence around 25% of the benefit for physical fitness and around 40% for gross motor coordination in response to the intervention. Lateral plyometric jumps and squat jump can improve overall hip, knee and ankle joint stability (14). 13 In addition, single leg training (left or right) develops single leg strength, stability and proprioception. This kind of jumps also helps to improve balanced strength in the muscles of the lower limbs as seen in the improved performance of trained boys in the balance backward (21.7%), one-legged obstacle jumping (15%) and jumping from side to side (42.8%) tests.

This is an important outcome because overweight/obese boys responded at the same way for the demand of exercise. However, limitations of the present study included: absence of habitual physical activity (as measured by accelerometer) measurements, the size of the sample, the classification of overweight/obese boys using just body mass index and the lack of some behavioral parameter like diet or time watching TV. Our emphasis on using only an objective outcome measurement provided a rigorous test of the intervention.

PRACTICAL APPLICATIONS

In the present study, a protocol of plyometric training improved physical fitness and motor gross coordination of 7 to 9 years old overweight/obese boys. Our data showed that twelve-weeks of plyometric exercise with a progressive increment of intensity during the

weeks induced gain in body weight, height and sitting height. There was also a reduction in fat mass and an increase in fat free mass. The most pronounced effects were seen in the performance of physical fitness tests as plyometric training improved standing long jump, flexibility, agility, abdominal strength and mile test. Moreover, the performance in all KTK tests was improved after the weeks of training. Our results suggest that this kind of training can be used combined with other kind of training in order to motivate and remain overweight/obese children engaged in a physical exercise program.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), Coordination for the Improvement of Higher Level -or Education Personnel (CAPES) and State of Pernambuco Science and Technology Support Foundation (FACEPE). We thank all children and their families for participating in this study.

REFERENCES

1. Borrud L, Chiappa MM, Burt VL, Gahche J, Zipf G, Johnson CL, Dohrmann SM. National Health and Nutrition Examination Survey: national youth fitness survey plan, operations, and analysis, 2012. *Vital Health Stat 2* (163):1-24.2014
2. Brisbois TD, Farmer AP, McCargar LJ. Early markers of adult obesity: a review. *Obes Rev*, 13(4):347-367.2012
3. Butte NF, Garza C, de Onis M. Evaluation of the feasibility of international growth standards for school-aged children and adolescents. *J Nutr*, 137(1):153-157.2007
4. Chaouachi A, Othman AB, Hammami R, Drinkwater EJ, Behm DG. The combination of plyometric and balance training improves sprint and shuttle run performances more often than plyometric-only training with children. *J Strength Cond Res*, 28:401- 412.2014
5. Cureton KJ, Sloniger MA, O'Bannon JP, Black DM, McCormack WP. A generalized equation for prediction of VO₂peak from 1-mile run/walk performance. *Med Sci Sports Exer*, 27(3):445-451.1995
6. Dalzell C, Nigam A, Juneau M, Guilbeault V, Latour E, Mauriege P, Gayda M. Intensive lifestyle intervention improves cardiometabolic and exercise parameters in metabolically

healthy obese and metabolically unhealthy obese individuals. *Can J Cardiol*, 30(4):434-440.2014

7. DiNapoli PP, Lewis JB. Understanding school-age obesity: through participatory action research. *MCN Am J Matern Child Nurs*, 33:104-110.2008
8. Drenowatz C, Kobel S, Kettner S, Kesztyus D, Steinacker JM. Interaction of sedentary behaviour, sports participation and fitness with weight status in elementary school children. *Eur J Sport Sci*, 14(1):100-105.2014
9. EUROFIT. Handbook for the EUROFIT tests of physical fitness. *Rome: Council of Europe Committee for the Development of Sport*.1988
10. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, Rowland TW. Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res*, 23(5 Suppl):S60-79.2009
11. Freedman DS, Wang J, Ogden CL, Thornton JC, Mei Z, Pierson RN, Dietz WH, Horlick M. The prediction of body fatness by BMI and skinfold thicknesses among children and adolescents. *Ann Hum Biol*, 34:183-194.2007
12. Freedman DS, Wang J, Thornton JC, Mei Z, Sopher AB, Pierson RN, Jr., Dietz WH, Horlick M. Classification of body fatness by body mass index-for-age categories among children. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 163(9):805-811.2009
13. Grosset JF, Piscione J, Lambertz D, Perot C. Paired changes in electromechanical delay and musculo-tendinous stiffness after endurance or plyometric training. *Eur J Appl Physiol*, 105(1):131-139.2009
14. Johnson BA, Salzberg CL, Stevenson DA. A systematic review: plyometric training programs for young children. *J Strength Cond Res*, 25(9):2623-2633.2011
15. Kar SS, Dube R, Kar SS. Childhood obesity-an insight into preventive strategies. *Avicenna J Med*, 4(4):88-93.2014
16. Kiphard EJ, Schilling F. *Korper-koordinations-test fur kinder. Ktk.Manual. Weiheim: Beltz Test GmbH*.1974
17. Kotzamanidis C. Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *J Strength Cond Res*, 20:441-445.2006
16. Kiphard, E. J. and F. Schilling (1974). "Korper-koordinations-test fur kinder. Ktk.Manual. Weiheim: Beltz Test GmbH.
17. Kotzamanidis, C. (2006). "Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys." *J Strength Cond Res* **20**(2): 441-445.

18. Lohman TG, Going SB. Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food Nutr Bull*, 27(4 Suppl Growth Standard):S314-325.2006
19. McKay D, Henschke N. Plyometric training programmes improve motor performance in prepubertal children. *Br J Sports Med*, 46(10):727-728.2012
20. Moura-Dos-Santos M, Wellington-Barros J, Brito-Almeida M, Manhaes-de-Castro R, Maia J, Gois Leandro C. Permanent deficits in handgrip strength and running speed performance in low birth weight children. *Am J Hum Biol*, 25(1):58-62.2013
21. Reilly JJ, Kelly L, Montgomery C, Williamson A, Fisher A, McColl JH, Lo Conte R, Paton JY, Grant S. Physical activity to prevent obesity in young children: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 333(7577):1041.2006
22. Research TCIfA. FITNESSGRAM test administration manual. 2nd ed Champaign, IL: Human Kinetics.1999
23. Shah S. Plyometric Exercises. *International Journal of Health Sciences and Reserch*, 2(1):115-126.2012
24. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, Hergenroeder AC, Must A, Nixon PA, Pivarnik JM, Rowland T, Trost S, Trudeau F. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr*, 146(6):732- 737.2005
25. Weden MM, Brownell P, Rendall MS. Prenatal, perinatal, early life, and sociodemographic factors underlying racial differences in the likelihood of high body mass index in early childhood. *Am J Public Health*, 102(11):2057-2067.2012

CONSIDERAÇÕES FINAIS

7 Considerações finais

Este estudo teve como propósito avaliar os efeitos de uma intervenção com treinamento pliométrico sobre a antropometria, composição corporal, aptidão física e coordenação motora grossa de crianças com idade entre 7 e 9 anos com sobrepeso e obesidade.

Os resultados encontrados neste estudo apontam uma melhora em indicadores da aptidão física, exceto para as variáveis agilidade e velocidade. Do mesmo modo, estes ganhos foram observados quanto a coordenação motora grossa. O aumento dos padrões relacionados a composição corporal, aptidão física e coordenação motora grossa nos permite inferir que o treinamento pliométrico foi eficiente em recuperar níveis de aptidão física e coordenação motora em crianças com sobrepeso e obesidade.

Este aspecto se reveste de elevada importância ao considerarmos a população estudada, uma vez que com melhor nível de aptidão física é possível uma maior adesão a práticas de atividades físicas. Considerando que a aptidão física é um indicador sensível aos níveis de atividade física, estudos de acompanhamento que verifiquem a associação entre os padrões motores, a atividade física diária e a utilização de diferentes formas de treinamento podem ampliar o espectro de opções para o engajamento em atividades sistematizadas. Deste modo, emerge a necessidade de se verificar a importância relativa que outros hábitos relacionados ao estilo de vida (controle nutricional, espaços físicos de incentivo, práticas com atividades lúdicas), possam exercer na mediação destas variáveis.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

BANKOFF, A.; MOUTINHO, E. Obesidade infantil e avaliação em pré-escolares. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 105-120, 2002.

BARBOSA, J. M. et al. Fatores socioeconômicos associados ao excesso de peso em população de baixa renda do Nordeste brasileiro. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 59, p. 22-29, 2009.

BARKER, D. J. The intrauterine environment and adult cardiovascular disease. **Ciba Foundation Symposium**, [S.I.], v. 156, p. 3-10; discussion 10-6, 1991.

BARRETO-MEDEIROS, J. M. et al. Malnutrition during brain growth spurt alters the effect of fluoxetine on aggressive behavior in adult rats. **Nutritional neuroscience**, Recife, v. 7, n. 1, p. 49-52, Feb 2004.

BARRETO MEDEIROS, J. M. et al. Malnutrition during brain growth spurt alters the effect of fluoxetine on aggressive behavior in adult rats. **Nutritional neuroscience**, [S.I.], v. 5, n. 3, p. 211-4, Jun 2002.

BARROS, K. M. et al. A regional model (Northeastern Brazil) of induced mal-nutrition delays ontogeny of reflexes and locomotor activity in rats. **Nutritional neuroscience**, [S.I.], v. 9, n. 1-2, p. 99-104, Feb-Apr 2006.

BIELEMANN, R. M. et al. Objectively Measured Physical Activity in Children from a Southern Brazilian City: A Population-Based Study. **Journal of physical activity & health**, Pelotas, Dec 2012.

BORBA DA et al. Análise das capacidades físicas em crianças dos sete aos dez anos de idade. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Minas Gerais, v. 4, n. 20, p. 84-91, 2012.

BORRUD, L. et al. National Health and Nutrition Examination Survey: National Youth Fitness Survey Plan, Operations, and Analysis, 2012. **Vital and Health Statistics**, Washington, v. 163, n. 2, 2014.

BRINGOLF-ISLER, B. et al. Assessment of intensity, prevalence and duration of everyday activities in Swiss school children: a cross-sectional analysis of accelerometer and diary data.

The international journal of behavioral nutrition and physical activity, Bern, v. 6, p. 50, 2009.

BRISBOIS, T. D.; FARMER, A. P. Early markers of adult obesity: a review. **Obesity Reviews**, Alberta, v. 13, n. 4, p. 347-67, Apr 2012.

BUTTE, N. F.; GARZA, C.; DE ONIS, M. **Journal of Nutrition**, Houston, v. 137, n. 1, p. 153-7, Jan 2007.

CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Reports**, Pittsburg, v. 100, n. 2, p. 126-31, Mar-Apr 1985.

CHMIELEWSKI, T. L. et al. Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: Physiological responses and clinical application. **Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, [S.I.], v. 36, n. 5, p. 308-319, 2006.

CURETON, K. J. et al. A generalized equation for prediction of VO₂peak from 1-mile run/walk performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [S.I.], v. 27, n. 3, p. 445-51, Mar 1995.

DANNER, F. W. A national longitudinal study of the association between hours of TV viewing and the trajectory of BMI growth among US children. **Journal of pediatric psychology**, [S.I.], v. 33, n. 10, p. 1100-7, Nov-Dec 2008.

DAVIES, G.; RIEMANN, B. L.; MANSKE, R. CURRENT CONCEPTS OF PLYOMETRIC EXERCISE. **International Journal of Sports Physical Therapy**, [S.I.], v. 10, n. 6, p. 760-786, 2015.

DE MELO MONTENEGRO, I. H. et al. Effects of a Moderate Physical Training on the Leptin Synthesis by Adipose Tissue of Adult Rats Submitted to a Perinatal Low-protein Diet. **Hormone and Metabolic Research**, [S.I.], v. 44, n. 11, p. 414-418, Jul 6 2012.

DE VILLARREAL, E. S. et al. Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. **Journal of strength and conditioning research**, [S.I.], v. 23, n. 2, p. 495-506, Mar 2009.

DEFORCHE, B. et al. Physical fitness and physical activity in obese and nonobese Flemish youth. **Obesity Research journal**, London, v. 11, n. 3, p. 434-41, Mar 2003.

DIALLO, O. et al. Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. **Jornal of Sports Medicine**, California, p. 342-348, 2001.

DISTEFANO, L. et al. Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children. **Journal of Strength and Conditional Resistance**, [S.I.], n. 24, p. 332-342, 2010.

DOAK, C. M. et al. The dual burden household and the nutrition transition paradox. **International Journal of Obesity**, [S.I.] v. 29, n. 1, p. 129-36, Jan 2005.

DOS SANTOS, F. K. et al. Physical activity, fitness and the metabolic syndrome in rural youths from Mozambique. **Annals of human biology**, [S.I.], v. 40, n. 1, p. 15-22, Jan 2013.

DOS SANTOS, F. K. et al. Secular trends in growth and nutritional status of Mozambican school-aged children and adolescents. **PLoS One**, [S.I.], v. 9, n. 12, p. e114068, 2014.

DOS SANTOS OLIVEIRA, L. et al. Early weaning programs rats to have a dietary preference for fat and palatable foods in adulthood. **Behavioural processes**, [S.I.], v. 86, n. 1, p. 75-80, Jan 2011.

DRENOWATZ, C. et al. Interaction of sedentary behaviour, sports participation and fitness with weight status in elementary school children. **European Journal of Sport Science**, [S.I.], v. 14, n. 1, p. 100-5, 2014.

FAIGENBAUM, A. D. et al. Youth Resistance Training: Updated Position Statement Paper From the National Strength and Conditioning Association. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, [S.I.], v. 23, 2009.

FAIGENBAUM, A. D. et al. Effects of a Short-Term Plyometric and Resistance Training Program on Fitness Performance in Boys Age 12 to 15 Years. **Journal of Sports Science and Medicine**, [S.I.], v. 6, n. 4, p. 519-25, Dec 2007.

FAIGENBAUM, A. D.; MYER, G. D. Pediatric resistance training: benefits, concerns, and program design considerations. **Current Sports Medicine Reports**, [S.I.] v. 9, n. 3, p. 161-8, May-Jun 2010.

FAIGENBAUM, A. D. F., ANNE C.; RADLER, TRACY; ZBOJOVSKY, DAN; CHU, DONALD A.; RATAMESS, NICHOLAS A.; KANG, JIE; HOFFMAN, JAY R. "Plyo Play": A Novel Program of Short Bouts of Moderate and High Intensity Exercise Improves Physical Fitness in Elementary School Children. **Physical Educator**, [S.I.], v. 66, n. 1, p. 37-44, 2009.

FORSDAHL, A. Are poor living conditions in childhood and adolescence an important risk factor for arteriosclerotic heart disease? **British journal of preventive & social medicine**, London, v. 31, n. 2, p. 91-5, Jun 1977.

FREEDMAN, D. S. et al. The prediction of body fatness by BMI and skinfold thicknesses among children and adolescents. **Annals of Human Biology**, Georgia, v. 34, n. 2, p. 183-94, Mar-Apr 2007.

FREEDMAN, D. S. et al. Classification of body fatness by body mass index-for-age categories among children. **Arch Pediatr Adolesc Med**, [S.I.], v. 163, n. 9, p. 805-11, Sep 2009.

FREITAS-SILVA, S. R.; MANHAES-DE-CASTRO, R.; PEROT, C. Is the maturation of monosynaptic stretch reflex in rats affected by neonatal malnutrition? **Nutritional neuroscience**, João Pessoa, v. 11, n. 5, p. 207-12, Oct 2008.

GINTER, E.; SIMKO, V. Global prevalence and future of diabetes mellitus. **Advances in experimental medicine and biology**, São Paulo, v. 771, p. 35-41, 2012.

GOODELL, L. S.; WAKEFIELD, D. B.; FERRIS, A. M. Rapid Weight Gain During the First Year of Life Predicts Obesity in 2–3 Year Olds from a Low-income, Minority Population. **Journal of Community Health**, Boston, v. 34, n. 5, p. 370-375, 2009.

GREENE, D. Adaptive skeletal responses to mechanical loading during adolescence. **Journal of Sports Medicine**, [S.N.], n. 36, p. 723-732, 2006.

HALLAL, P. C. et al. Infancy and childhood growth and physical activity in adolescence: prospective birth cohort study from Brazil. **The international journal of behavioral nutrition and physical activity**, [S.I.], v. 9, p. 82, 2012.

HALLAL, P. C. et al. Early determinants of physical activity in adolescence: prospective birth cohort study. **BMJ**, [S.I.], v. 332, n. 7548, p. 1002-7, Apr 29 2006.

HERNANDEZ-ALVAREZ, E. D.; VALERO-BERNAL, M. V.; MANCERA-SOTO, E. M. Efficacy of the prescription of physical activity in the obese child population. **Revista de Salud Publica**, Bogota, v. 17, n. 1, p. 120-31, Jan-Feb 2015.

IBGE, I. B. D. G. E. E. **Antropometria e estado nutricional de Crianças, adolescentes e Adultos no Brasil**, Brasil, Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009, 2010.

INGLE, L.; SLEAP, M.; TOLFREY, K. The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. . **Journal of Sports Sciences**, v. 24, p. 987–997, 2009.

JOHNSON, B. A.; SALZBERG, C. L.; STEVENSON, D. A. A systematic review: plyometric training programs for young children. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S.I.], v. 25, n. 9, p. 2623-33, Sep 2011.

JOHNSON, B. A.; SALZBERG, C. L.; STEVENSON, D. A. A Systematic Review: Plyometric Training Programs for Young Children. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S.I.], v. 25, n. 9, p. 2623-2633, Sep 2011.

KAR, S. S.; DUBE, R.; KAR, S. S. Childhood obesity-an insight into preventive strategies. **Avicenna Journal of Medicine**, [S.I.], v. 4, n. 4, p. 88-93, Oct-Dec 2014.

KELLY, A. S. et al. Severe obesity in children and adolescents: identification, associated health risks, and treatment approaches: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, Dallas, v. 128, n. 15, p. 1689-712, Oct 8 2013.

KIM, J. W. et al. Association between obesity and various parameters of physical fitness in Korean students. **Obesity Research & Clinical Practice**, [S.I.], v. 7, n. 1, p. e67-e74, Jan-Feb 2013.

KIPHARD, E. J.; SCHILLING, F. Körper-koordinations-test für kinder KTK: Manual Von Fridhelm Schilling. **Weiheim: Beltz Test GmbH**, [S.I.], 1974.

KOTZAMANIDIS, C. Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S.I.], v. 20, n. 2, p. 441-5, May 2006.

KUMAGAI, S. et al. Relative contributions of cardiorespiratory fitness and visceral fat to metabolic syndrome in patients with diabetes mellitus. **Metabolic Syndrome and Related Disorders**, [S.I.], v. 3, n. 3, p. 213-20, Fall 2005.

LAMONTE, M. J. et al. Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome: a prospective study of men and women. **Circulation**, Dallas, v. 112, n. 4, p. 505-12, Jul 26 2005.

LEANDRO, C. G. et al. Moderate physical training attenuates muscle-specific effects on fibre type composition in adult rats submitted to a perinatal maternal low-protein diet. **European journal of nutrition**, [S.I.], v. 51, n. 7, p. 807-815, 2012.

LEANDRO, C. G. et al. A program of moderate physical training for Wistar rats based on maximal oxygen consumption. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, [S.I.], v. 21, n. 3, p. 751-6, Aug 2007.

LIRA, L. et al. A hiperalimentação na lactação: efeitos no desenvolvimento somático e sensorio-motor em ratos. **Neurobiologia**, Rio de Janeiro, v. 77, p. 3-4, 2014.

LLOYD, M. et al. Long-term importance of fundamental motor skills: a 20-year follow-up study. **Adapted Physical Activity Quarterly**, [S.I.], v. 31, n. 1, p. 67-78, Jan 2014.

LOPES DE SOUZA, S. et al. Perinatal protein restriction reduces the inhibitory action of serotonin on food intake. **The European journal of neuroscience**, [S.I.], v. 27, n. 6, p. 1400-8, Mar 2008.

LOPRINZI, P. D. et al. Benefits and environmental determinants of physical activity in children and adolescents. **Obesity Facts**, [S.I.], v. 5, n. 4, p. 597-610, 2012.

LOPRINZI, P. D.; DAVIS, R. E. Early motor skill competence as a mediator of child and adult physical activity. **Preventive Medicine Reports**, Mississippi, v. 2, p. 833-8, 2015.

LUKASKI, H. C. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. **American Journal of Clinical Nutrition**, California, v. 46, n. 4, p. 537-56, Oct 1987.

MALINA, R. M. Motor Development during Infancy and Early Childhood: Overview and Suggested Directions for Research. **International Journal of Sport and Health Science**, [S.I.], v. 2, p. 50-66, 2004.

MALINA, R. M. Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review. **Clinical Journal of Sport Medicine**, London, v. 16, n. 6, p. 478-87, Nov 2006.

MARCELUS BRITO DE ALMEIDA et al. Plyometric training improves physical fitness and gross motor coordination of schoolboys. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, 2016.

MARKOVIC, G. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytic review. **British Journal of Sports Medicine**, [S.I.], March 8, 2007 2007.

MARKOVIC, G.; MIKULIC, P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. **Sports and Medicine**, Boston, v. 40, n. 10, p. 859-95, Oct 1 2010.

MARTINS, V. J. et al. Long-lasting effects of undernutrition. **International journal of environmental research and public health**, v. 8, n. 6, p. 1817-46, Jun 2011.

MATOS, S. M. A. D. et al. Velocidade de ganho de peso nos primeiros anos de vida e excesso de peso entre 5-11 anos de idade, Salvador, Bahia, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Salvador, v. 27, p. 714-722, 2011.

MCGUIGAN, M. R. et al. Eight weeks of resistance training can significantly alter body composition in children who are overweight or obese. **Journal of strength and conditioning research**, [S.I.], v. 23, n. 1, p. 80-5, Jan 2009.

MCKAY, D.; HENSCHKE, N. Plyometric training programmes improve motor performance in prepubertal children. **British Journal of Sports Medicine**, [S.I.], v. 46, n. 10, p. 727-728, August 1, 2012 2012.

MCKEOWN, N. M. et al. Carbohydrate nutrition, insulin resistance, and the prevalence of the metabolic syndrome in the Framingham Offspring Cohort. **Diabetes Care**, California, v. 27, n. 2, p. 538-46, Feb 2004.

MEYLAN, C.; MALATESTA, D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. **Journal of strength and conditioning research**, [S.I.], v. 23, n. 9, p. 2605-13, Dec 2009.

MILLER, M. G. et al. The Effects of a 6-Week Plyometric Training Program on Agility. **Journal of Sports Science and Medicine**, [S.I.], v. 5, n. 3, p. 459-65, Sep 2006.

MINCK, M. R. et al. Physical fitness, body fatness, and physical activity: The Amsterdam Growth and Health Study. **American Journal of Human Biology**, [S.I.], v. 12, n. 5, p. 593-599, Sep 2000.

MITCHELL, J. A. et al. Time spent in sedentary behavior and changes in childhood BMI: a longitudinal study from ages 9 to 15 years. **International journal of obesity**, [S.I.], v. 37, n. 1, p. 54-60, Jan 2013.

MOITA, L. et al. Moderate physical training attenuates the effects of perinatal undernutrition on the morphometry of the splenic lymphoid follicles in endotoxemic adult rats. **Neuroimmunomodulation**, Recife, v. 18, n. 2, p. 103-10, 2011.

MORITANI, T.; DEVRIES, H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **American Journal of Physical Medicine**, [S.I.], v. 58, n. 3, p. 115-30, Jun 1979.

MOTA, J. et al. Association of maturation, sex, and body fat in cardiorespiratory fitness. **American journal of human biology**, Porto, v. 14, n. 6, p. 707-12, Nov-Dec 2002.

MOURA-DOS-SANTOS M, W.-B. J., BRITO-ALMEIDA M, MANHAES-DE-CASTRO R, MAIA J, GOIS LEANDRO C. . . ;25:. Permanent deficits in handgrip strength and running speed performance in low birth weight children. **American Journal of Human Biology**, Porto, p. 58-62, 2013.

MOURA-DOS-SANTOS, M. et al. Permanent deficits in handgrip strength and running speed performance in low birth weight children. **American journal of human biology : the official journal of the Human Biology Council**, Porto, v. 25, n. 1, p. 58-62, Jan-Feb 2013.

MYER, G. D.; WALL, E. J. Resistance Training in the Young Athlete. **Operative Techniques in Sports Medicine**, [S.I.], v. 14, n. 3, p. 218-230, 7// 2006.

MYERS, J. B. et al. Proprioception and neuromuscular control of the shoulder after muscle fatigue. **Journal of Athletic Training**, [S.I.], v. 34, n. 4, p. 362-7, Oct 1999.

OBEID, J. et al. Physical activity in Ontario preschoolers: prevalence and measurement issues. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, [S.I.], v. 36, n. 2, p. 291-7, Apr 2011.

OZANNE, S. E.; HALES, C. N. Lifespan: catch-up growth and obesity in male mice. **Nature**, [S.I.], v. 427, n. 6973, p. 411-2, Jan 29 2004.

PIEK, J. P.; BAYNAM, G. B.; BARRETT, N. C. The relationship between fine and gross motor ability, self-perceptions and self-worth in children and adolescents. **Human Movement Science**, [S.I.], v. 25, n. 1, p. 65-75, Feb 2006.

PIEK, J. P. et al. The role of early fine and gross motor development on later motor and cognitive ability. **Human Movement Science**, [S.I.], v. 27, n. 5, p. 668-81, Oct 2008.

PONGPRAPAI, S.; MO-SUWAN, L.; LEELASAMRAN, W. Physical fitness of obese school children in Hat Yai, southern Thailand. **Southeast Asian Journal and Tropic Medical Public Health**, [S.I.], v. 25, n. 2, p. 354-60, Jun 1994.

REILLY, J. J. et al. Physical activity to prevent obesity in young children: cluster randomised controlled trial. **Bmj**, Glasgow, v. 333, n. 7577, p. 1041, Nov 18 2006.

SAEZ-SAEZ DE VILLARREAL, E.; REQUENA, B.; NEWTON, R. U. Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Australia, v. 13, n. 5, p. 513-22, Sep 2010.

SAFRIT, M. J. et al. Effect of environment and order of testing on performance of a motor task. **Research Quarterly**, [S.I.], v. 48, n. 2, p. 376-81, May 1977.

SAFRIT, M. J. et al. Effect of Environment and Order of Testing on Performance of a Motor Task. **Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education and Recreation**, Madison, v. 48, n. 2, p. 376-381, 1977.

SAWAYA, A. L. Desnutrição: conseqüências em longo prazo e efeitos da recuperação nutricional. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 20, p. 147-158, 2006.

SHAH, S. Plyometric Exercises. **International Journal of Health Sciences and Research**, [S.I.], v. 2, n. 1, p. 115-126, 2012.

SHAIBI, G. Q. et al. Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. **Medicine & Science in Sports Exercise**, Los Angeles, v. 38, n. 7, p. 1208-15, Jul 2006.

SILVEIRA, K. B. R. et al. Associação entre desnutrição em crianças moradoras de favelas, estado nutricional materno e fatores socioambientais. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 86, p. 215-220, 2010.

SKINNER, R. A.; PIEK, J. P. Psychosocial implications of poor motor coordination in children and adolescents. **Human Movement Science**, [S.I.], v. 20, n. 1-2, p. 73-94, Mar 2001.

SOTHERN, M. S. et al. Safety, feasibility, and efficacy of a resistance training program in preadolescent obese children. **American Journal of the Medical Sciences**, New Orleans, v. 319, n. 6, p. 370-5, Jun 2000.

STABELINI NETO, A. et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents: a cross-sectional study. **BMC public health**, [S.I.], v. 11, p. 674, 2011.

STEENE-JOHANNESSEN, J. et al. Low muscle fitness is associated with metabolic risk in youth. **Medicine & Science in Sports Exercise**, [S.I.], v. 41, n. 7, p. 1361-7, Jul 2009.

STODDEN, D. F. et al. A Developmental Perspective on the Role of Motor Skill Competence in Physical Activity: An Emergent Relationship. **Quest**, [S.I.], v. 60, n. 2, p. 290-306, 2008.

STRONG, W. B. et al. Evidence based physical activity for school-age youth. **Journal of Pediatrics**, [S.I.], v. 146, n. 6, p. 732-7, Jun 2005.

TOSCANO, A. E.; MANHAES-DE-CASTRO, R.; CANON, F. Effect of a low-protein diet during pregnancy on skeletal muscle mechanical properties of offspring rats. **Nutrition**, Recife, v. 24, n. 3, p. 270-8, Mar 2008.

TRECROCI, A. et al. Jump Rope Training: Balance and Motor Coordination in Preadolescent Soccer Players. **Journal of Sports Science and Medicine**, [S.I.], v. 14, n. 4, p. 792-8, Dec 2015.

TROIANO, R. P. et al. Physical activity in the United States measured by accelerometer. **Medicine & Science in Sports Exercise**, Los Angeles, v. 40, n. 1, p. 181-8, Jan 2008.

VACZI, M. et al. Short-term high intensity plyometric training program improves strength, power and agility in male soccer players. **Journal of Human Kinet**, Hungary, v. 36, p. 17-26, Mar 2013.

VAN DEUTEKOM, A. W. et al. The association of birth weight and postnatal growth with energy intake and eating behavior at 5 years of age - a birth cohort study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, Amsterdam, v. 13, p. 15, 2016.

VARELA-SILVA MI et al. The nutritional dual-burden in developing countries--how is it assessed and what are the health implications? **Collegium antropologicum Journal**, [S.I.], v. 36, n. 1, p. 39-45, 2012.

VARELA-SILVA, M. I. et al. The nutritional dual-burden in developing countries--how is it assessed and what are the health implications? **Collegium antropologicum Journal**, [S.I.], v. 36, n. 1, p. 39-45, Mar 2012.

VISSING, K. et al. Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. **Journal of strength and conditioning research**, [S.I.], v. 22, n. 6, p. 1799-810, Nov 2008.

WEDEN, M. M.; BROWNELL, P.; RENDALL, M. S. Prenatal, perinatal, early life, and sociodemographic factors underlying racial differences in the likelihood of high body mass index in early childhood. **American Journal of Public Health**, [S.I.], v. 102, n. 11, p. 2057-67, Nov 2012.

WELLS, J. C. et al. Fetal, infant and childhood growth: relationships with body composition in Brazilian boys aged 9 years. **International Journal of Obesity**, London, v. 29, n. 10, p. 1192-8, Oct 2005.

WELLS, J. C.; STOCK, J. T. Re-examining heritability: genetics, life history and plasticity. **Trends in endocrinology and metabolism: TEM**, [S.I.], v. 22, n. 10, p. 421-8, Oct 2011.

WEST-EBERHARD, M. J. Alternative adaptations, speciation, and phylogeny (A Review). **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, [S.I.], v. 83, n. 5, p. 1388-1392, 1986.

WEST-EBERHARD, M. J. Developmental plasticity and the origin of species differences. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, [S.I.], v. 102 Suppl 1, p. 6543-9, May 3 2005.

WIJNHOFEN, T. M. et al. WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative 2008: weight, height and body mass index in 6-9-year-old children. **Pediatric obesity**, [S.I.], v. 8, n. 2, p. 79-97, Apr 2013.

ANEXOS

ANEXO I – Termo de consentimento livre e esclarecido



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Nome da Pesquisa: Efeito do treino pliométrico na aptidão física e coordenação motora grossa de crianças dos 7 aos 9 anos de idade: um estudo de intervenção.

Pesquisador responsável: Marcelus Brito de Almeida – Universidade Federal de Pernambuco

Rua Azeredo Coutinho, 120 – Várzea – Recife/PE BI 1.682.059 SSP-Pe CPF 244552534/91

CEP: 50.741-110 – Recife /Pernambuco

Fone: Oi (081) 98863-7195 Res: (081) 32714368 E-mail: marcelus71@gmail.com

Local do estudo: Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória - Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte.

Rua: Alto do Reservatório, S/N Bela Vista

CEP: 55608-680 - Vitória de Santo Antão, PE - Brasil

Telefone: (081) 35233351

Convidamos o seu filho (ou menor de idade) que está sob sua responsabilidade, a participar, como voluntário, de um estudo a ser realizado pelo Centro Acadêmico de Vitória-UFPE, que tem como objetivo avaliar o nível de aptidão física, o desenvolvimento neuromotor (coordenação corporal e equilíbrio), a aptidão física, antropometria e composição corporal.

Para avaliarmos o perfil de crescimento, estado nutricional, aptidão física e a coordenação e equilíbrio corporal do seu filho, vamos precisar medir o peso corporal, altura em pé e sentado, circunferência da cabeça, do braço, da cintura e do quadril e os depósitos de gordura do corpo da criança. Como também realizaremos testes de: velocidade, força, resistência, agilidade, flexibilidade e um teste de coordenação e equilíbrio corporal. Ainda será aplicado um questionário para saber sobre as atividades físicas diárias do seu filho durante uma semana. Vamos também avaliar a pressão sanguínea e exercícios físicos duas vezes por semana durante aproximadamente 15 (quinze) minutos. As avaliações e os exercícios serão realizados na própria escola. Os riscos de acidentes serão minimizados e o uso de colchões para amortecimento dos saltos servirá como prevenção de lesões que possam ocorrer devido aos impactos causados pelos saltos. Além disso, os exercícios serão realizados em grupos de 3 ou 4 crianças para que possa haver maior controle e segurança aos participantes por parte do professor/pesquisador responsável. Este estudo deve trazer benefícios para seu filho e as demais crianças por se tratar de um estudo para a melhoria dos padrões no desenvolvimento neuromotor e a melhora da força e velocidade em crianças nessa faixa etária. Além do mais, o uso deste método deve ser usado para a recuperação de crianças com baixos índices das capacidades físicas de coordenação, força e velocidade.

Seu filho poderá sentir algum desconforto ou constrangimento no momento da pesquisa, mas todos os participantes terão suas dúvidas esclarecidas antes e durante o decorrer da pesquisa. Assim, a criança, ou responsável terá a liberdade de recusa em participar ou se retirar das avaliações e testes, antes, durante e depois da realização dos mesmos. A recusa ou desistência do consentimento não acarretará punição ou prejuízo de qualquer tipo para o voluntário, e o mesmo pode pedir o desligamento da pesquisa em qualquer momento, por meio de telefone, carta, e-mail, pessoalmente, por seus pais ou responsáveis, ou outro. O pesquisador responsável, garante o sigilo e a privacidade da identidade dos participantes e os dados serão mantidos sob inteira responsabilidade do pesquisador por cinco anos em local seguro.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, Sala 4 – Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

Consentimento do pai ou responsável

Li e entendi as informações descritas neste estudo e todas as minhas dúvidas em relação à participação do meu filho (nome)_____ nesta pesquisa, foram respondidas satisfatoriamente. Dou livremente o consentimento para participação do meu filho neste estudo até que decida pelo contrário. Eu, _____, RG/_____, CPF/_____, autorizo a sua participação no estudo “Efeito do treino pliométrico na aptidão física e coordenação motora grossa de crianças dos 7 aos 9 anos de idade: um estudo de intervenção”, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção no acompanhamento/assistência/tratamento.

Assinatura de duas testemunhas, não ligadas à equipe de pesquisadores:

1ª Testemunha _____ 2ª Testemunha _____

Declaração do pesquisador

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o consentimento livre e esclarecido deste pai ou responsável para a participação da criança nesta pesquisa.

Assinatura do pesquisador: _____ Data: __/__/____

Nome da Escola _____ Série: _____

ANEXO II – Parecer de aprovação do comitê de ética

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE

PROJETO DE PESQUISA

Título: Efeito do treinamento pliométrico sobre o desenvolvimento neuromotor e na resposta neurorreflexa do músculo esquelético de crianças dos 7 aos 9 anos de idade que apresentaram baixo peso ao nascer: um estudo de intervenção

Área Temática: Área 9. A critério do CEP.

Versão: 2

CAAE: 04723412.4.0000.5208

Pesquisador: Marcelus Brito de Almeida

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 113.168

Data da Relatoria: 25/09/2012

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo de intervenção com crianças na faixa etária de 7 a 9 anos, nascida com baixo peso (peso ao nascer entre 1500g e 2499g). As crianças serão recrutadas do Projeto Crescer com Saúde em Vitória de Santo Antão, com um total de 506 crianças cadastradas (261 meninos e 241 meninas). Destas crianças, 256 nasceram com baixo peso (peso ao nascer = $2.150g \pm 157$). Uma sub-amostra de crianças com baixo peso ao nascer ($n = 80$) será dividida de acordo com o engajamento ou não em um programa de treinamento pliométrico. Serão avaliadas 80 crianças, sendo 40 com histórico de BPN e 40 peso normal ao nascer (PN). Após as avaliações iniciais, os dois grupos serão divididos em 2 subgrupos. O Grupo treinado (GT) ($n=40$, 20 PN e 20 BPN) e participará de um programa de treinamento. O grupo controle (GC) será composto por 40 crianças, sendo 20 BPN e 20 PN. Após 24 sessões de treinamento pliométrico (2 dias por semana, durante 12 semanas), todas as crianças serão reavaliadas e os resultados serão analisados

Objetivo da Pesquisa:

Primário: Estudar as consequências de um programa de intervenção com treinamento pliométrico sobre o desenvolvimento neuromotor em crianças de 7 a 9 anos de idade com histórico de baixo peso ao nascer.
Secundário: Avaliar crianças antes e depois de um programa de treinamento pliométrico quanto à:

- Variáveis antropométricas e de composição corporal e os indicadores de estado nutricional;
- Habilidades motoras e do desenvolvimento neuromotor através dos testes de coordenação corporal e desempenho motor;
- Nível de aptidão física relacionada à saúde e o nível de atividade física diário de crianças correlacionando com o peso ao nascer e com o estado nutricional;
- Resposta neurorreflexa (quick-release e reflexo H) através de um ergômetro de tornozelo que descreve as propriedades contráteis e elásticas do músculo esquelético;
- Padrão hierárquico das variáveis (influência do índice de massa corporal, da relação altura/idade, da relação peso/altura nos padrões de desenvolvimento motor e de resposta neurorreflexa)

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Por se tratar de um estudo não invasivo os riscos serão minimizados e o uso de colchões para amortecimento dos saltos servirá como prevenção de lesões que possam ocorrer devido aos impactos causados pelos saltos. Além disso, os exercícios serão realizados em grupos de 3 ou 4 crianças para que possa haver maior controle e segurança aos participantes.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br

ANEXO III - Ficha de Avaliação da Aptidão Física**FICHA DE AVALIAÇÃO**

Nome _____

Data de nascimento ____/____/____ Idade: _____

Escola _____ Série ____ Sala ____ M () T ()

Avaliação ____/____/____

PA: ____/____ Peso (Kg): ____

Estatura: ____ Est. Sent: ____

FC: ____/____

DOBRAS CUTÂNEAS

	1	2	3
Tríceps	_____	_____	_____
Subescap.	_____	_____	_____

AVALIAÇÃO INICIAL DA APTIDÃO FÍSICA

Preensão manual Dir. ____/____

Preensão manual Esq ____/____

Flexibilidade ____/____

Abdominal _____

Impulsão Horizontal ____/____

Agilidade ____/____

Velocidade ____/____

Milha _____

ANEXO IV - Ficha de avaliação do desempenho motor - KTK**FICHA DE COLETA DE DADOS DO TESTE K.T.K**

Nome: _____

Sexo: _____

Data nascimento: / /

Data da Avaliação: / /

1. Tarefa Equilíbrio na trave

Trave	1	2	3	Soma
6,0 cm				
4,5 cm				
3,0 cm				
Total				
MQ1				

2. Tarefa Salto Monopedal

Altura	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	Soma
Direita														
Esquerda														
Total														
MQ2														

3. Tarefa Salto lateral

Saltar 15 segundos	1	2	Soma
Total			
MQ3			

4. Tarefa Transferência de plataforma

Saltar 20 segundos	1	2	Soma
Total			
MQ4			

Soma de QM1 até QM4 _____

Total de QM _____

Classificação: _____

Avaliador(a) _____

Data: _____ / _____ / _____