

Universidade Federal de Pernambuco

**Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e
Ciências do Comportamento**

Recife

2014

MARCELUS BRITO DE ALMEIDA

Efeito do treino pliométrico sobre o desempenho neuromotor de
crianças dos 7 aos 9 anos de idade: um estudo de intervenção.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, para obtenção do título de Doutor em Neurociências, sob a orientação do Prof^o. Dr. Raul Manhães de Castro e da Prof^ã. Dr^a. Carol Virgínia Góis Leandro

Recife

2014

Ficha catalográfica elaborada pela
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

A447e Almeida, Marcelus Brito de.
Efeito do treino pliométrico sobre o desempenho neuromotor de crianças dos 7 aos 9 anos de idade: um estudo de intervenção / Marcelus Brito de Almeida. – Recife: O autor, 2014.
121 f.: il.; tab.; 30 cm.

Orientador: Raul Manhães de Castro.
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, 2014.
Inclui referências e anexos.

1. Treinamentos. 2. Exercício Físico. 3. Exercício Pliométrico. 4. Educação Física. 5. Desenvolvimento Infantil. I. Castro, Raul Manhães de (Orientador). II. Título.

612.665 CDD (22.ed.)

UFPE (CCS2015-003)

MARCELUS BRITO DE ALMEIDA

EFEITO DO TREINO PLIOMÉTRICO SOBRE O DESEMPENHO NEUROMOTOR DE
CRIANÇAS DOS 7 AOS 9 ANOS DE IDADE: UM ESTUDO DE INTERVENÇÃO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor.

Aprovado em 27 de Novembro de 2014

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Carol Virgínia Góis Leandro
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Ana Elisa Toscano Meneses da Silva Castro
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Simonete Pereira da Silva
Universidade Regional do Cariri

Prof. Dr. Marcos André Moura dos Santos
Universidade de Pernambuco

Prof. Dr. João Henrique da Costa Silva
Universidade Federal de Pernambuco

Ofereço este trabalho às notáveis pessoas, que foram exemplos de vida e construtores do meu caráter:

Meu pai – homem íntegro, inteligente, determinado. Ele tentou transmitir desde a tenra idade dos seus filhos a importância dos estudos, pelo desenvolvimento de bons hábitos de leitura, pelo aprendizado dos idiomas - latim, francês e inglês - e pela capacidade que possuía de articular as informações ao seu redor. Ele podia falar naturalmente e com detalhes, de várias cidades do mundo, como se nelas tivesse vivido. Que memória brilhante! Pena não poder compartilhar esta conquista com ele, logo ele, que tanto valorizava o conhecimento não pode entender este momento. Está com Alzheimer...

Minha mãe – mulher virtuosa, bem humorada, feliz. Ela sempre tinha uma palavra de conforto e esperança para os seus ouvintes. Mesmo não estando fisicamente presente, sei que vibraria com esta vitória. Quanta saudade ...

Vovó Nana – santa criatura, amável, especial. Quem poderia ser mais paciente que ela? Ainda hoje lembro de sua voz me chamando carinhosamente de Melinho.

Meu avô - homem honrado, firme, espirituoso. Possuía uma mente brilhante, falava com desenvoltura de temas diversos da atualidade, apesar de somente ter cursado a segunda série primária. As fontes desse conhecimento eram provenientes da habitual escuta as informações transmitidas pelo rádio; da leitura de diversos livros, inclusive do Almanaque Abril, que minha mãe o ofertava todos os anos, mas principalmente das percepções da vida.

Agradecimentos

Hoje tenho a certeza que uma tese de doutorado vai além do conteúdo escrito no trabalho ou das palavras proferidas em sua defesa. E, por isso, torna-se difícil e até impossível registrar todos os agradecimentos àquelas pessoas que me acompanharam, direta ou indiretamente, nessa caminhada. Gente boa, que me abriu as portas para a vida, o mundo e o saber e muitas vezes carregaram-me durante essa travessia.

Primeiramente agradeço a Deus, pois sem Ele não teria chegado até aqui.

Agradeço aos meus pais, por todo o esforço dedicado à minha educação e pelo exemplo de vida que me transmitiram e que me esforço por seguir até hoje.

Agradeço as minhas irmãs Sílvia e Lúcia pelo apoio e pela torcida para que eu atingisse este objetivo.

À Roberta, minha companheira há quatro décadas, dedico minha gratidão por me sustentar em mais um dos meus ousados projetos; oferecendo-me apoio e tranquilidade, me inspirando para que este momento pudesse acontecer.

Agradeço aos meus filhos, Lelu e Betinho, pelo prazer e liberdade de compartilhar vitórias e derrotas com sinceridade e carinho.

À minha querida sogra e minha predileta cunhada, minha gratidão por tudo.

Agradeço a todos os meus familiares, tios, tias, primos e sobrinhos, que sempre me estimularam a seguir por este caminho e torceram pela minha conquista.

Agradeço a todos os meus amigos pela confiança de sempre tê-los ao meu lado.

De uma forma bastante especial agradeço aos meus orientadores professor Raul e Carol, pois muito mais que orientadores, são meus preciosos amigos. Sinceramente, sem eles eu não estaria aqui.

Agradeço ao professor e amigo Marcos André, por sua disponibilidade em me ajudar e compartilhar de seu conhecimento desde o início do Mestrado.

Agradeço aos professores e amigos João Henrique, Adriano Eduardo, Ana Elisa, Simonete Pereira e Marcos André pela compreensão e disponibilidade em participar desta banca.

Agradeço aqueles que acompanharam os meus primeiros passos na pós graduação, e que me ajudaram e ainda continuam comigo como o Adriano Bento, Santo Antônio, Marcos Fidalgo, João Wellington, Andréia Souza, Wellington, Carlos Coelho, TC, Sr. França, Aline Isabel, Maria Cláudia, Iracema, Kelly Ferraz, Karla Mônica, Graça Paiva, Wylla, Rogério Freitas, Maria, Fátima, Regina, assim como as secretárias Fernanda, Lúcia e Necy.

Aos companheiros da Pós da Neuro, que me auxiliaram a tornar essa caminhada mais fácil e agradável Luciano, Alexandre Januário, Marília Pereira, Laila Kurtinaitis, Daniele, Luciana e aos professores Miguel Arcanjo, Tet Su, Marcelo Valença, Everton Sougey, Malú e um especial agradecimento à professora e amiga Sandra Lopes de Souza, que foi a minha orientadora no mestrado. Também agradeço as secretárias - dona Fátima e dona Solange da Pós-Graduação da Neuro.

Ao meu pessoal do Centro Acadêmico de Vitória pelo apoio e companheirismo desenvolvido ao longo desse tempo.

Aos alunos e companheiros do Projeto Crescer com Saúde em Vitória David, Samanta, Cibelly, João Wellington, Aline Siqueira, Sabrina França, Vanessa, Monique, Dayanne, Bárbara Calábria, Denise.

Um agradecimento também muito especial aos meninos que estiveram todos os dias ao meu lado suportando o stresse para que tudo corresse bem: Amanda, Gaby, Gleyson, Marivânio e Renata.

Às diretoras e professoras das escolas Pedro Ribeiro, Caíque, 3 de Agosto e Manoel de Holanda, bem como aos seus 134 alunos que colaboraram com alegria e compromisso na realização desta tarefa.

Em um trabalho especial, cabe também uma música especial de Isouda Bourdot e Roberto Carlos, “Outra vez”.

Você foi o maior dos meus casos
De todos os abraços
O que eu nunca esqueci
Você foi, dos amores que eu tive
O mais complicado e o mais simples pra mim
Você foi o melhor dos meus erros
A mais estranha história
Que alguém já escreveu
E é por essas e outras
Que a minha saudade faz lembrar
De tudo outra vez....
Você foi
A mentira sincera
Brincadeira mais séria que me aconteceu
Você foi
O caso mais antigo
O amor mais amigo que me apareceu
Das lembranças que eu trago na vida
Você é a saudade que eu gosto de ter
Só assim sinto você bem perto de mim
Outra vez
Esqueci de tentar te esquecer
Resolvi te querer por querer
Decidi te lembrar quantas vezes eu tenha vontade
Sem nada perder
Você foi
Toda a felicidade
Você foi a maldade que só me fez bem
Você foi
O melhor dos meus planos
E o maior dos enganos que eu pude fazer
Das lembranças que eu trago na vida
Você é a saudade que eu gosto de ter
Só assim sinto você bem perto de mim
Outra vez

RESUMO

O exercício pliométrico inclui ciclos de alongamento-encurtamento do músculo esquelético. Embora ainda exista controvérsias, este tipo de exercício tem sido utilizado para crianças. **Objetivos:** Avaliar o efeito do treino pliométrico sobre a antropometria, composição corporal, aptidão física e o desempenho neuromotor em crianças dos 7 aos 9 anos de idade. **Materiais e Método:** Foram avaliadas 134 meninos com idades entre 7 e 9 anos, escolhidas de forma randomizada. Os meninos foram divididos em 2 grupos: controle (GC, $n = 50$) e treinado (GT, $n = 84$). O grupo treinado realizou treinamento físico durante 12 semanas (2 vezes por semana com variação de saltos). Foram avaliados pré (T1) e pós (T2) treino os seguintes parâmetros: antropometria e composição corporal, aptidão física e o desempenho neuromotor. A aptidão física foi avaliada através de testes padronizados pela Eurofit, Fitnessgram e Proesp. A coordenação motora grossa foi avaliada pela bateria de testes KTK. Para a análise dos dados, os grupos foram subdivididos em sobrepeso/obesidade $n = 18$ (GC $n = 7$ e GT, $n = 11$) e eutróficos $n = 116$ (GC, $n = 43$ e GT, $n = 73$). O grupo eutrófico foi novamente subdividido de acordo com as idades em controle (7 anos, $n = 13$; 8 anos, $n = 19$ e 9 anos, $n = 11$) e treinado (7 anos, $n = 26$; 8 anos, $n = 18$ e 9 anos, $n = 29$). Os resultados foram analisados através do programa SPSS versão 17.0. Para análise entre os grupos foi usado o teste t para amostra independente, e para análise em cada grupo antes e após o período de treinos foi usado o teste t de Student para amostras pareadas. E, para todos os casos o índice de significância mantido em $p < 0.05$. **Resultados:** Os grupos controle e treinado foram semelhantes no primeiro momento (T1). Após o treino, o GT eutrófico apresentou diferença na velocidade (20 m) entre 8 e 9 anos. Na coordenação motora grossa, o equilíbrio e os saltos laterais apresentaram diferenças em todas as idades, o salto monopedal melhorou entre os meninos de 8 e 9 anos e a transferência na plataforma apresentou diferenças apenas entre as crianças de 9 anos. Entre as crianças com sobrepeso/obesidade o GT apresentou diferença depois do treino na flexibilidade, impulsão horizontal, agilidade, velocidade (20 m) e força abdominal quando comparadas com o GC. **Conclusão:** O TP de curta duração acarretou efeitos limitados em crianças de 7 anos de idade, porém apresentou melhoras sobre aptidão física e coordenação motora grossa em crianças de 8 e 9 anos, mostrando ser dependente da idade cronológica. Apesar de 12 semanas de TP não serem suficientes para a redução da adiposidade nas crianças com sobrepeso/obesidade, os testes de aptidão física e coordenação motora grossa, mostraram que este tipo de treino pode servir para motivar e manter crianças com insuficiência motora engajados em programa de exercício físico.

Palavras-chave: Treinamentos. Exercício Físico. Exercício Pliométrico. Educação Física. Desenvolvimento Infantil.

ABSTRACT

Plyometric workout includes exercise cycles of stretch-shortening of skeletal muscle. Although controversy still exists, this type of exercise has been used for children. **Objectives:** To evaluate the effect of plyometric training on anthropometry, body composition, physical fitness and neuromotor performance in children aged 7 to 9 years old. **Materials and Methods:** 134 boys were evaluated ages 7 and 9 years old, chosen randomly. The boys were divided into 2 groups: control group (n = 50) and trained (GT, n = 84). The trained group performed exercise training for 12 weeks (2 times per week with a range of jumps). Anthropometry and body composition, physical fitness and neuromotor performance: pre - (T1) and after (T2) training the following parameters were evaluated. Physical fitness was assessed through standardized by Eurofit, and PROESP Fitnessgram tests. The gross motor coordination was evaluated by KTK test battery. For data analysis, the groups were divided into overweight / obese n = 18 (n = 7 GC and GT, n = 11) and normal n = 116 (CG, n = 43 and GT, n = 73). The eutrophic group was further subdivided according to the control ages (7, n = 13; 8, n = 19 and 9 years old, n = 11) and trained (7 years, n = 26; 8, n = 18; 09 years n = 29). Results were analyzed using SPSS version 17.0. For analysis between groups we used the independent sample t test, and analysis in each group before and after the period of training was performed using Student's t test for paired samples. And, in all cases the significance index kept at $p < 0.05$. **Results:** The control and trained groups were similar at first (T1). After training, the eutrophic GT showed a difference in speed (20 m) between 8 and 9 years. In gross motor skills, balance and lateral jumps showed differences at all ages, the monopodal improved jump among boys aged 8 and 9 years and sideway movements only showed differences between children of 9 years. Among children with overweight / obesity GT apresentarou difference after training on flexibility, long jump, agility, speed (20 m) and abdominal strength when compared with the CG. **Conclusion:** The short TP implies limited effects in children 7 years of age, but showed improvement on physical fitness and gross motor coordination in children aged 8 and 9 years, showing that depend on the chronological age. Although 12 weeks of TP are not sufficient to reduce adiposity in overweight / obesity, physical fitness tests and gross motor coordination showed that this type of training can serve to motivate and keep children with motor impairment engaged in program of physical exercise.

Keywords: Training. Physical Exercise. Plyometric Exercise. Physical Education. Child Development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Realização da tarefa na trave de equilíbrio do teste KTK	47
Figura 2 - Realização da tarefa do salto monopedal do teste KTK	48
Figura 3 - Realização da tarefa dos saltos laterais do teste KTK	51
Figura 4 - Realização da tarefa transferência da plataforma do teste KTK	53
Figura 5 - Plataforma de saltos para o treino pliométrico	56
Artigo original 1	62
Figure 1: Effects of twelve-weeks of plyometric training on physical fitness test: handgripstrength (A), sit and reach (B), curl ups (C), standing long jump (D), square test (E), running speed in 20 m (F)	72
Figure 2: Effects of twelve-weeks of plyometric training on gross motor coordination test: balancing backward (A), one-legged obstacle jumping (B), jumping from side to side (C), side-was movements (D), motor quotient (E)	74
Artigo original 2	79
Figure 1: Variation of the performance in each physical fitness test: sit and reach (A), handgrip strength (B), standing long jump (C), square test (agility, D), running speed in 20m (E), curl up (abdominal strength, F), time in the mile test (G), estimated VO2max (H)	89
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 (D)	90

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 - Artigo: Treino pliométrico em crianças pré-púberes: um estudo de revisão	29
Tabela 2 - Equações para avaliação do percentual de gordura corporal	44
Tabela 3 - Estrutura da bateria de testes da aptidão física	45
Quadro 1- Distribuição do programa de treinos pliométricos	57
Quadro 2 - Descrição do programa de treinos pliométricos	58
Artigo original 1	62
Table 1. Description of the different jumps used in the protocol of plyometric physical training	75
Table 2. Description of the protocol of plyometric physical training	76
Table 3. Descriptive statistic analyzes of 7 – 9 years old boys submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks	77
Table 4. Descriptive statistic analyzes of 7 – 9 years old boys submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks	78
Artigo original 2	79
Table 1. Description of the different jumps used in the protocol of plyometric physical training	92
Table 2. Description of the protocol of plyometric physical training	93
Table 3. Descriptive statistic analyzes of overweigh /obese 7 – 9 years old children (control = 7 and trained = 11) submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SINAIS

DNM	Desenvolvimento Neuromotor
GT	Grupo Treinado
GC	Grupo Controle
KTK	Körperkoordinations test für Kinder
IMC	Índice de Massa Corporal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MM	Massa Magra
MG	Massa Gorda
OMS	Organização Mundial da Saúde
%G	Percentual de Gordura
SE	Dobra Subescapular
TP	Treino Pliométrico
TR	Dobra Tricipital
VO2MAX	Volume Máximo de Oxigênio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. TREINO PLIOMÉTRICO EM CRIANÇAS PRÉ-PÚBERES: UM ESTUDO DE REVISÃO	22
3. OBJETIVOS	36
4. HIPÓTESES	38
5. MATERIAIS E MÉTODO	41
5.1. Local do estudo	41
5.1.1. Amostra	41
5.2. Antropometria, composição corporal e estado nutricional	42
5.2.1. Avaliação antropométrica	42
5.2.2. Cálculo de indicadores da composição corporal	44
5.3. Avaliação da aptidão física relacionada à saúde	45
5.4. Avaliação da coordenação motora grossa	46
5.4.1. Trave de equilíbrio	46
5.4.2. Salto monopedal	48
5.4.3. Salto lateral	51
5.4.4. Transferência sobre pataforma	52
5.4.5. Pontuação e classificação do desempenho em cada tarefa	54
5.4.6. Pontuação e classificação do desempenho geral	55
5.5. Programa de treino pliométrico de curta duração	56
5.6. Análise dos dados	59
6. RESULTADOS	60

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
REFERÊNCIAS	98
ANEXOS	105

1 INTRODUÇÃO

Caracterização do problema

O desenvolvimento neuromotor (DNM) é marcado pela evolução de movimentos simples e não organizados até habilidades motoras complexas e estruturadas (Haywood 2004). Portanto, o DNM da criança está relacionado a uma variedade de condições biológicas e ambientais para o seu pleno desempenho (Miranda, Resegue et al. 2003). O ambiente em que a criança vive é responsável por diferentes respostas motoras, possibilitando constante exploração e interação entre criança e ambiente (Haywood and Getchell 2004; Malina 2004; Silva 2006). Por exemplo, o nível de atividade física habitual e o engajamento da criança em programas de treinos físicos podem favorecer a aquisição de habilidades motoras (Lopes 2010). Da mesma forma, o nível de atividade física na infância e adolescência pode estar relacionado com o nível de atividade física na vida adulta (Rizzo, Ruiz et al. 2007; Stabelini Neto, Sasaki et al. 2011).

Assim, o DNM caracteriza-se pela aquisição de amplo espectro de habilidades motoras que inclui: equilíbrio, coordenação, agilidade, força muscular e velocidade (Benefice, Fouere et al. 1999). O **equilíbrio** é a noção de distribuição do peso em relação ao espaço, tempo e eixo de gravidade, constituindo a base de toda a coordenação dinâmica global (Bueno 1998). A **coordenação** é a interação harmoniosa e econômica entre os sistemas músculo-esquelético, nervoso e sensorial para produzir ações motoras precisas e equilibradas, e reações rápidas às situações que exigem: (i) medida adequada de força que determina a amplitude e velocidade do movimento; (ii) seleção adequada dos músculos que influenciam a condução e orientação do movimento; (iii) capacidade rápida de alternar tensão e relaxamento muscular (Kiphard and Schilling 1970). A **agilidade** pode ser definida como a capacidade de um indivíduo reagir a um estímulo, iniciar um movimento rápido e eficiente, mover-se na direção correta, mudar de direção e ser capaz de parar repentinamente

(Foran 2001). A **força muscular** refere à força máxima que pode ser suscitada por um músculo específico ou grupamentos de músculos (Wilder, Greene et al. 2006). E, a **velocidade** é a capacidade de atingir maior rapidez de reação e de movimentos, de acordo com o condicionamento específico, baseada no processo cognitivo, volitivo e no bom funcionamento do sistema neuromuscular (Grosser 1991).

As habilidades motoras são adquiridas a partir da maturação fisiológica do sistema neuromuscular e de fatores ambientais (Catenassi, Marques et al. 2007). A maturação biológica reflete a essência de um fenômeno biológico condicionado pelo fator tempo, regulado pela matriz genética do indivíduo em interação contínua e decisiva com o desenvolvimento (Maia and Lopes 2001). Essa maturação inclui a aquisição de reflexos neuromotores, a mielinização de fibras nervosas e a tipagem de fibras musculares (Largo, Fischer et al. 2003). No entanto, é possível encontrar variações no DNM dependentes do ambiente perinatal ou da primeira infância (Hadders-Algra 2001). As condições ambientais que são experimentadas no início da vida podem influenciar o desenvolvimento fisiológico de vários sistemas (Hochberg, Feil et al. 2011).

As fases do DNM representam, normalmente, uma sequência de estágios ou níveis onde cada um representa um estado superior de eficiência em relação aos anteriores, como engatinhar, ficar de pé, andar e correr (Basso and Marques 1999; Malina 2004). Os reflexos são as primeiras formas de movimento humano e aos poucos, o bebê começa a inibi-los, substituindo os primitivos e posturais por comportamentos voluntários (Malina 2004). Em torno de 1 ano de vida, as crianças começam a ter maior precisão e controle sobre seus movimentos, tornando-os mais eficientes e complexos (Gallahue and Ozmun 2003), onde a caminhada independente é a maior tarefa do desenvolvimento motor nos primeiros 24 meses de vida e talvez um dos mais importantes comportamentos da humanidade (Malina 2004).

Na sequência, a criança passa à fase motora fundamental, que compreende o período aproximado entre os 2 e 7 anos de idade, dividida em três estágios: inicial, elementar e maduro (Gallahue and Ozmun 2003). Por volta dos 7 e 8 anos de idade, o desenvolvimento não é tão rápido quanto nos primeiros anos de vida, sendo a fase motora fundamental marcada por movimentos básicos (Malina 2004), classificados em: estabilizadores, locomotores e manipulativos (Papalia and Olds 2000). A seguir (7 aos 10 anos) a criança está apta a combinar e aplicar habilidades motoras fundamentais ao desempenho de habilidades especializadas no esporte e ambientes recreacionais (Papalia and Olds 2000; Malina 2004).

As crianças em idade escolar são encorajadas a participar de jogos e atividades aeróbias (Faigenbaum 2009). Evidências indicam que o treino com sobrecarga pode oferecer maiores ganhos na aptidão física quando respeitadas as diretrizes para idades apropriadas (Malina 2006; Faigenbaum, Kraemer et al. 2009). Entretanto, não existe uma idade mínima para iniciar o treino com sobrecarga, porém, parece ser por volta dos 7 ou 8 anos, que seria a mesma idade em que a criança está apta a iniciar uma atividade esportiva (Faigenbaum 2010). Para crianças, um programa de treino seguro e adequado deve conter: 1) aquecimento e volta à calma; 2) seleção e ordem apropriada de exercícios, respeitando as fases do desempenho e a individualidade biológica; 3) intensidade (altura e número de saltos entre cada série) e volume de treinos adequados (número de saltos diários com aumento lento e progressivo ao longo de todo programa); 4) intervalo de descanso entre as séries (máximo de cinco a dez saltos por vez); e 5) adequada velocidade das repetições (nem muito lenta, por descaracterizar a pliometria, por exemplo, nem muito rápida para evitar desequilíbrio e acidentes) (Faigenbaum 2010).

Entre os treinos com a aplicação de sobrecarga, inclui-se um método conhecido como treino pliométrico (Faigenbaum 2009; Saez de Villarreal, Requena et al. 2012). *Plio* deriva da palavra grega *Plythein*, que significa aumento, melhora ou mais e *metria*, distância. O seu

conceito como treino foi introduzido na Rússia no final da década de 1960, por Yuri Verkhoshanky (Shah 2012). A pliometria é um método de treino que tem sido muito usado com o objetivo de aumentar a força explosiva, a potência muscular e a coordenação motora dos atletas, ao recrutar um maior número de fibras musculares (Vissing, Brink et al. 2008; Markovic and Mikulic 2010). O movimento pliométrico consiste de um rápido alongamento (ação excêntrica), seguido imediatamente por um rápido encurtamento (ação concêntrica) de músculos e tecidos conjuntivos (Komi 2000; de Villarreal, Kellis et al. 2009; McKay and Henschke 2012).

Um estudo de revisão sistemática (Johnson, Salzberg et al. 2011), avaliou a eficácia e a segurança do treino pliométrico para melhorar o desempenho motor de crianças. Esse estudo enfatizou o treino pliométrico na melhoria da força, velocidade de corrida, agilidade e capacidade de saltar em crianças com baixa capacidade motora. O mesmo estudo concluiu que o treino pliométrico tem grande efeito sobre a melhoria da corrida e do salto. Evidências preliminares também sugerem que o treino pliométrico tem um grande efeito sobre a agilidade, o equilíbrio, o salto em distância e na participação nos jogos coletivos (Markovic, Jukic et al. 2007; Meylan and Malatesta 2009; Johnson, Salzberg et al. 2011), facilitando as atividades de lazer.

Diante do exposto, levantamos o questionamento acerca da influência do treino pliométrico durante a infância, sobre a antropometria, a composição corporal, a aptidão física e a coordenação motora grossa. Este estudo está inserido no projeto “Crescer com saúde em Vitória de Santo Antão”, que tem como objetivo analisar o desempenho neuromotor, o nível de aptidão física, a atividade física habitual, e o estado nutricional de crianças dos 7 aos 10 anos de idade, na cidade de Vitória de Santo Antão, em Pernambuco.

REFERÊNCIAS

- Basso, L. and I. Marques (1999). "Análise do comportamento coletivo dos componentes nos padrões fundamentais de movimento: reflexões iniciais." Revista Paulista de Ed. Física **6 (2)**: 2-8.
- Benefice, E., T. Fouere, et al. (1999). "Early nutritional history and motor performance of Senegalese children, 4-6 years of age." Ann Hum Biol **26(5)**: 443-455.
- Bueno, J. M. (1998). "Psicomotricidade Teoria & Prática: estimulação, educação e reeducação psicomotora com atividades aquáticas." Lovise-São Paulo(São Paulo).
- Catenassi, Marques, et al. (2007). "Relationship between body mass index and gross motor skill in four to six year-old children
- " Revista Brasileira de Medicina do Esporte **13**: 203-206.
- de Villarreal, E. S., E. Kellis, et al. (2009). "Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis." J Strength Cond Res **23(2)**: 495-506.
- Faigenbaum, A. D., W. J. Kraemer, et al. (2009). "Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association." J Strength Cond Res **23(5 Suppl)**: S60-79.
- Faigenbaum, A. D. F., Anne C.; Radler, Tracy; Zbojovsky, Dan; Chu, Donald A.; Ratamess, Nicholas A.; Kang, Jie; Hoffman, Jay R. (2009). "'Plyo Play': A Novel Program of Short Bouts of Moderate and High Intensity Exercise Improves Physical Fitness in Elementary School Children." The Physical educator **66**: 37-44.
- Faigenbaum, A. D. M., G. D. (2010). "Pediatric resistance training: benefits, concerns, and program design considerations." Currente Sports Medicine Reports **9(3)**: 161-168.
- Foran, B. (2001). "High Performance Sports Conditioning: modern training for ultimate athletic development." Human Kinetics: Champaign, IL: 140-141.
- Gallahue, D. L. and J. C. Ozmun (2003). "Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos." Phorte Editora **1 ed.**: 641.
- Grosser, M. (1991). "Schnelligkeitstraining. Grundlagen, Methoden, Leistungssteuerung, Programme." BVL Verlagsges., München.
- Hadders-Algra, M. (2001). "Early brain damage and the development of motor behavior in children: clues for therapeutic intervention?" Neural Plast **8(1-2)**: 31-49.
- Haywood, K. M. and N. Getchell (2004). "Desenvolvimento motor ao longo da vida." ARTMED **3ª ed. Porto Alegre**: 344.
- Haywood, K. M. G., N. (2004). "Desenvolvimento motor ao longo da vida." Artmed [S.I.] **3 ed. Porto Alegre**: 344.
- Hochberg, Z., R. Feil, et al. (2011). "Child health, developmental plasticity, and epigenetic programming." Endocr Rev **32(2)**: 159-224.
- Johnson, B. A., C. L. Salzberg, et al. (2011). "A systematic review: plyometric training programs for young children." J Strength Cond Res **25(9)**: 2623-2633.
- Kiphard, E. J. and F. Schilling (1970). "[The Hamm-Marburg body control test for children]." Monatsschr Kinderheilkd **118(8)**: 473-479.
- Komi, P. V. (2000). "Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle." J Biomech **33(10)**: 1197-1206.
- Largo, R. H., J. E. Fischer, et al. (2003). "Neuromotor development from kindergarten age to adolescence: developmental course and variability." Swiss Med Wkly **133(13-14)**: 193-199.
- Lopes, V. P. R., et al. (2010). "Motor coordination as predictor of physical activity in childhood." Scand J Med Sci Sports **21.5**: 663-669.
- Maia, J. A. R. and V. P. Lopes (2001). "Desenvolvimento Motor. Notas breves sobre o estado de conhecimento e propostas de pesquisa." Revista Portuguesa de Ciências do Desporto **1 (1)**: 65-72.
- Malina, R. (2004). "Motor Development during Infancy and Early Childhood: Overview and Suggested Directions for Research." International Journal of Sport and Health Science **2**: 50-66.

- Malina, R. M. (2006). "Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review." Clin J Sport Med **16**(6): 478-487.
- Markovic, G., I. Jukic, et al. (2007). "Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance." J Strength Cond Res **21**(2): 543-549.
- Markovic, G. and P. Mikulic (2010). "Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training." Sports Med **40**(10): 859-895.
- McKay, D. and N. Henschke (2012). "Plyometric training programmes improve motor performance in prepubertal children." Br J Sports Med **46**(10): 727-728.
- Meylan, C. and D. Malatesta (2009). "Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players." J Strength Cond Res **23**(9): 2605-2613.
- Miranda, L. C., R. Resegue, et al. (2003). "a criança e o adolescente com problemas do desenvolvimento no ambulatório de pediatria." Jornal Pediatrico **79**(1): s33-42.
- Papalia, D. E. and S. W. Olds (2000). "Desenvolvimento Humano." Artmed **7a ed.**(Porto Alegre).
- Rizzo, N. S., J. R. Ruiz, et al. (2007). "Relationship of physical activity, fitness, and fatness with clustered metabolic risk in children and adolescents: the European youth heart study." J Pediatr **150**(4): 388-394.
- Saez de Villarreal, E., B. Requena, et al. (2012). "The effects of plyometric training on sprint performance: a meta-analysis." J Strength Cond Res **26**(2): 575-584.
- Shah, S. (2012). "Plyometric Exercises." International Journal of Health Sciences and Reserch **2**(1): 115-126.
- Silva, P. L. S., D. C. (2006). " "Influências de práticas maternas no desenvolvimento motor de lactentes do 6 ao 12 meses de vida."." Revista Brasileira de Fisioterapia **10-2**: 225-231.
- Stabelini Neto, A., J. E. Sasaki, et al. (2011). "Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents: a cross-sectional study." BMC Public Health **11**: 674.
- Vissing, K., M. Brink, et al. (2008). "Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men." J Strength Cond Res **22**(6): 1799-1810.
- Wilder, R. P., J. A. Greene, et al. (2006). "Physical fitness assessment: an update." J Long Term Eff Med Implants **16**(2): 193-204.

ARTIGO DE REVISÃO

2 TREINO PLIOMÉTRICO EM CRIANÇAS PRÉ-PÚBERES: UM ESTUDO DE REVISÃO.

Resumo

A pliometria é um método de treino que tem sido muito usada nas últimas décadas para melhorar a potência muscular em vários esportes. **Objetivo:** Discutir os estudos da eficiência do treino pliométrico (TP) sobre a impulsão horizontal e vertical, a velocidade, a agilidade, a capacidade aeróbica e anaeróbica, a potência muscular e a força em crianças pré-púberes com idade igual ou menor que 10 anos. **Método:** Foi realizada uma busca eletrônica na base de dados do PubMed Medline usando os seguintes descritores: *children, prepubertal, preschooler, plyometric, plyometric training and Stretch Shortening Cycle*, com várias combinações entre eles, para identificar artigos originais publicados em jornais e revistas científicas, entre os anos de 2004 e 2014, com crianças pré-púberes saudáveis. **Resultados:** Vinte e nove artigos foram selecionados, e apenas sete artigos atenderam aos critérios de inclusão. Os estudos relatam melhora no desempenho de testes de impulsão vertical e horizontal, na velocidade e na agilidade. O TP parece não alterar a capacidade aeróbia e anaeróbia, a potência muscular e a força. **Conclusão:** O TP mostrou resultados positivos sobre alguns fatores determinantes do nível de aptidão física, mas o número resumido de artigos disponíveis mostra a necessidade de mais estudos sobre os efeitos deste tipo de treino sobre crianças pré-púberes.

Palavras chave: pré-escolares, ciclo alongamento-encurtamento, pliometria, treino de saltos e potência muscular.

Abstract

Objective: To discuss the effectiveness of plyometric training (PT) on the horizontal and vertical jump, speed, agility, aerobic and anaerobic capacity, muscular power and strength in prepubescent children until 10 years old. **Method:** An electronic search was conducted in the database PubMed Medline using the following key words: children, prepubertal, preschooler, plyometric, plyometric training and Stretch Shortening Cycle, with various combinations among them, to identify original articles published in the years of 2004 until 2014, with healthy prepubescent children. **Results:** Twenty-nine articles were selected, and only seven articles met the inclusion criteria. The selected studies showed that there is improvement in the performance of the vertical e horizontal jump, speed and agility tests. PT did not alter the aerobic and anaerobic capacities, and muscular power and strength. **Conclusion:** Plyometric physical training can improve some determinant factors of physical fitness, but the limiting number of studies show the necessity of more research that consider PT as an important physical training for prepubescent children.

Key Words: preschooler, stretch-shortening cycle, plyometric, jumping training and muscle power.

INTRODUÇÃO

Apesar de serem conhecidos os potenciais benefícios da atividade física e dos exercícios físicos regulares entre os indivíduos, estudos mostram que a participação dos alunos nas atividades, durante a infância e adolescência, não são preconizadas como adequadas ou ideais (Duke 2003; Carnethon, Gulati et al. 2005). Evidências demonstram que o treino com sobrecarga pode oferecer maiores ganhos na aptidão física quando respeitadas as diretrizes apropriadas para a idade (Malina 2006; Faigenbaum, Kraemer et al. 2009).

A potência muscular é a capacidade de usar grande nível de força tão rápida e explosivamente quanto possível para mover o corpo nos saltos, ou um objeto nos arremessos (Jafari, Zolaktaf et al. 2013). Uma das formas de induzir aumento de força e melhorar a potência muscular em esportes individuais e coletivos é através do treino pliométrico (Sedano, Matheu et al. 2011; Voelzke, Stutzig et al. 2012; Sohnlein, Muller et al. 2014). A pliometria é um tipo de exercício que tem como objetivo produzir velocidade, movimentos rápidos e aumentar as funções neuromusculares, visando, principalmente, aos resultados esportivos (Shah 2012). O método pliométrico é também conhecido como ciclo alongamento-encurtamento uma vez que, para que uma ação pliométrica ocorra, é necessário um rápido alongamento (fase excêntrica), um rápido amortecimento (estabilização), seguida por um rápido encurtamento (fase concêntrica) (Komi 2000; de Villarreal, Kellis et al. 2009). Assim, a energia acumulada durante uma rápida fase de alongamento muscular, potencializa a contração (Komi 2000).

A participação regular em atividades físicas durante a infância é considerada importante para melhorar a saúde musculoesquelética, tanto nos anos iniciais de vida como na fase adulta (Gunter, Baxter-Jones et al. 2008). Atualmente recomenda-se 30 minutos ou mais de atividade física moderada ou vigorosa, preferencialmente todos os dias da semana para crianças em idade escolar (NHI 1996). Antes desta fase, as crianças participam de jogos

e brincadeiras onde correm, saltam, pulam, ultrapassam, chutam e arremessam (Johnson, Salzberg et al. 2011). O nível de atividade física regular está diretamente associada ao aumento da aptidão física. A aptidão física é uma medida de habilidades do corpo, que está relacionada tanto à saúde como ao desempenho esportivo (Moura-Dos-Santos, Wellington-Barros et al. 2013), portanto, relacionada à aptidão cardiorrespiratória, força muscular, resistência muscular, composição corporal, agilidade e flexibilidade (Beunen, Ostyn et al. 1997).

Historicamente, o treino pliométrico (TP) foi considerado inseguro para jovens e crianças, uma vez que determinado nível de força era considerado pré-requisito para a participação em um programa de TP (Johnson, Salzberg et al. 2011). Contudo, recentes estudos tem demonstrado que exercícios pliométricos podem potencializar o aumento da velocidade de movimentos, velocidade de corrida, produção de potência e capacidade de saltos em crianças (Ramsay, Blimkie et al. 1990; Faigenbaum 2009; Johnson, Salzberg et al. 2011; Lloyd, Oliver et al. 2011; Michailidis, Fatouros et al. 2013). O objetivo desta revisão foi discutir estudos que avaliaram a eficiência do treino pliométrico (TP) sobre a velocidade, agilidade, força, potência de membros, equilíbrio, capacidade aeróbica e anaeróbica, impulsão horizontal e vertical, em programas de TP para crianças pré-púberes saudáveis com idade igual ou inferior aos 10 anos.

MÉTODO

Foi realizada uma busca eletrônica na base de dados do PubMed Medline usando os seguintes descritores em inglês: *children, prepubertal, preschooler, plyometric, plyometric training and Stretch Shortening Cycle*, com várias combinações entre eles, para identificar artigos originais publicados em revistas científicas entre os anos de 2004 e 2014. A seleção

dos termos de indexação utilizada foi definida mediante consulta nos “Descritores em Ciências da Saúde” (DeCS), utilizando os termos na língua inglesa. Como critério de inclusão, foram utilizados artigos originais, que envolveram intervenção com crianças pré-púberes saudáveis e escritos entre os anos de 2004 e 2014. Após a busca eletrônica, vinte e nove títulos foram selecionados e lidos todos os resumos. Em seguida, oito artigos foram descartados pela faixa etária, seis artigos eram de revisão, seis artigos que usaram a pliometria apenas como teste, um artigo que tratava de crianças com Síndrome de Down e um artigo que tratava de crianças portadoras de neurofibromatose. Nos sete artigos restantes, todos descreveram os métodos de TP utilizados, incluíram medidas de força, salto, chute, equilíbrio, agilidade ou velocidade dos membros inferiores e a amostra estava dentro da faixa etária igual ou inferior aos dez anos de idade nas avaliações e treinos.

RESULTADOS

Os sete artigos que foram lidos na íntegra e julgados apropriados para a revisão, estão discriminados na **Tabela 1**. Entre os sete artigos selecionados, apenas dois realizaram os estudos com ambos os gêneros (2 e 3), enquanto, cinco analisaram apenas meninos (1, 4, 5, 6, 7). Seis estudos usaram doze semanas ou menos de treinos (1,2,3,4,5,6) e apenas um usou um período maior de tempo (2 anos).

Os estudos descritos apresentam resultados distintos devido ao grande número de variáveis envolvidas, tais como o planejamento, as características dos sujeitos (gênero e idade), a condição física temporária, a atividade específica do esporte, a experiência anterior com a pliometria, a duração do programa e o volume e a intensidade com que o treino era realizado (Saez de Villarreal 2010). Os estudos analisados nesta revisão mostram uma variedade de objetivos de testes e consequentemente diferentes resultados alcançados com o TP. De acordo com esta revisão, o TP realizado pelo menos uma ou duas vezes por semana,

variando a duração entre 4 a 12 semanas, associado a outro tipo de treino ou isoladamente, parecem ter efeito positivo sobre a impulsão vertical (5, 7) e horizontal (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), a velocidade (1, 5, 6), a agilidade (5), a potência aeróbica (2), a velocidade de contração (4,6), a potência (5,6), a redução no número de lesões (3), a diminuição da fadiga periférica (4), e a força muscular de membros superiores (2), em crianças pré-púberes. A velocidade de contração após o TP foi observada em um estudo (6) que está diretamente ligado à excitação/contração (4), chute e agilidade (5), potência de arranque em 5 metros (6) e velocidades de 0-30 metros (1, 5, 6), assim como a impulsão horizontal (1, 2, 4, 5, 6, 7) e a impulsão vertical (5, 7). A potência vista durante testes de velocidade curta (5 metros) (6), e nas impulsões horizontais (1, 2, 4, 5, 6, 7) e verticais (5, 7), justificam a especificidade do treino pliométrico em movimentos curtos e rápidos como o chute no futebol (5).

Apenas um estudo observou a redução no número de lesões de crianças pré-púberes, praticantes de futebol, submetidas ao TP durante nove semanas (3), porém os grupos que aplicavam os exercícios tradicionais e aqueles com exercícios pediátricos usaram o TP em seus programas, além de outros exercícios e procedimentos, não nos permitindo afirmar que a aplicação do TP foi o responsável pela diminuição de lesões.

TABELA 1. Resumo dos artigos selecionados na busca base eletrônica PubMed entre 2004 e 20014

Autor	Proposta	Desenho	Amostra	Gênero	Testes	Resultados
1 -(Kotzamanidis 2006)	Determinar o efeito do treino pliométrico sobre a corrida de velocidade (0-10, 10-20, 20-30 e 0-30 metros e impulsão horizontal	60 saltos iniciais em dois treinos semanais até 100 saltos nas duas últimas semanas, durante 10 semanas	15 GT (11.1 ± 0.5 anos) e 15 GC (10.9 ± 0.7 anos)	M	Velocidade de 0-10; 10-20 e 20-30. Impulsão - Ergojump Bosco-System	Melhora na corrida de velocidade nas distâncias 10-20 e 20-30 e 0-30m, assim como na impulsão horizontal.
	Examinar o efeito do TP sobre o salto em distância, a flexibilidade (banco de Wells), força de braço (flexão) capacidade aeróbica (metade da milha) e agilidade (shuttle run).	60 saltos iniciais até 100. Início com 6 repetições de 12 exercícios até 10 repetições de 14 exercícios na última semana, durante 9 semanas.	34 GC (8-11 anos) e 40 GT (8 -11 anos)	M e F	Protocolo Presidents Council on Physical Fitness and Sports, 2006 (SAFRIT,1995).	Melhora na impulsão horizontal, flexão de braço e na capacidade aeróbica.
	Comparar os efeitos de dois programas para prevenção de lesões usando o equilíbrio e a pliometria.	30 saltos, 3 vezes por semana, durante 9 semanas	41 GT e 25 GC (10 ± 1 anos)	M e F	Programa pediátrico e programa tradicional para prevenção de lesões.	Diminuição do número de lesões após o programa de intervenção.
	Avaliar o efeito do treino pliométrico de alta intensidade sobre a fadiga central e periférica em crianças.	30 saltos por treino em dois dias por semana, durante 8 semanas.	13 GT (10.3 ± 0.3 anos) 10 GC (10.2 ± 0.3 anos)	M	Altura do salto (Kistler; Type 9286A, John Glenn Drive, Amherst) dinamometro isocinético; toque e estímulos elétricos (system3; Biodex Medical Systems, Shiley, New York) e ultrassonografia(SonoSite, TITAN TM HST/10-5, Wilbury, Hitchin)	Aumento da velocidade excitação/contração e na impulsão horizontal e diminuição da fadiga periférica.
	Determinar os efeitos da pliometria sobre 12 semanas com 2 treinos	60 saltos iniciais em dois treinos semanais até 120 saltos na última	21 GC (10.6 ± 0.5 anos) 24 GT (10.5 ± 0.6 anos).	M	Velocidade de 0-10; 10-20 e 20-30. Saltos, Wingate, chutes e agilidade no	Melhora na corrida de velocidade nas distâncias entre 0-30m, melhora na

	semanais associados aos treinos de futebol.	semana.			futebol. Escala de Tunner, Raio X de punho e nível de testosterona.	impulsão horizontal e vertical, chute e agilidade.
6 - (Chaouachi, Hammami et al. 2013)	Avaliar o efeito entre o levantamento de peso olímpico, o treino pliométrico e o treino tradicional com pesos sobre atletas praticantes de lutas.	Variação entre 48 e 120 saltos, durante 12 semanas associados com treino de lutas e levantamento olímpico.	63 crianças entre 10- 12 anos praticantes de lutas.	M	Salto, equilíbrio, velocidade de 5 e 20 metros e força e potência isométrica de 60 e 300 segundos. A velocidade avaliada com Brower Timing System, Salt Lake City, Utah, USA, accuracy 0.01s. Para avaliar o equilíbrio estático foi usado Stork-stand-test and Cibex NORM.	Melhora na velocidade de 5 e 20 metros, na impulsão horizontal e na velocidade de contração de 60 e 300 ⁰ .s-1 e a potência em 60 ⁰ .s-1.
7 - (Keiner, Sander et al. 2013).	Avaliar o impacto de 2 anos de treinos de força e pliométrico em jogadores de futebol.	30-40 TP associado a 1 treino de força com duração de 60 minutos + treino de futebol 300 minutos por semana, durante 24 meses.	74 GT (<11 anos) 20 GC (<11 anos).	M	Avaliação de rendimento máximo na impulsão, salto em altura com contramovimento e salto com queda de 16 e 24 cm.	Aumento significativo na impulsão horizontal, no salto em altura com contramovimento e salto com queda de 16 e 24 cm.

GC = Grupo Controle e GT = Grupo Treinado

DISCUSSÃO

O TP tem mostrado bons resultados nos saltos em altura e em distância com uma ou duas pernas, simples ou múltiplos. Os estudos (1, 2, 4, 5, 6 e 7) apresentaram melhoras significativas nos saltos após o TP, na impulsão horizontal (1, 2, 4, 5, 6 e 7) e na impulsão vertical (5,7). Podemos notar aqui o princípio da especificidade do treino de saltos. Em crianças pré-púberes praticantes de futebol, DIALLO, *et al.*, (2001), observaram melhoria na impulsão em saltos simples e múltiplos após 10 semanas de TP com 3 treinos por semana. Os saltos devem fazer parte das atividades físicas diárias das crianças, pois facilitam a

inclusão e a participação nas atividades recreativas próprias da sua faixa etária, podendo repercutir na vida adulta, uma vez que o estilo de vida adotado durante a infância e a adolescência parece estar associado ao nível de atividade física na vida adulta (Stabelini Neto, Sasaki et al. 2011).

Em estudos que avaliam a corrida de velocidade em crianças (1, 5 e 6), foram observadas melhoras no tempo e nas distâncias de 0-30; 10-20; e 20-30m, mas (1) não apresentou melhoras entre 0-10 metros, enquanto que (6) apresentou melhoras entre 0-5 e 0-20m. Michailidis, *et al.*, (5) apresentaram um programa de 12 semanas com jogadores de futebol, portanto, duas semanas a mais que Kotzamanidis *et al.* (1) e Chaouachi *et al.* (6), e o treino foi realizado com atletas de lutas, como o Judô, que requer muita potência muscular. Dessa forma, justifica-se a melhoria desses dois grupos (5 e 6) para a velocidade entre 0-5 e 0-10 metros. Por sua vez, Diallo *et al.* (2001) mostraram uma diminuição no tempo de corrida de 20 metros em crianças pré-púberes (10 semanas de TP, três vezes por semana), mas não houve alteração nas distâncias de 30 e 40 metros (Diallo, Dore et al. 2001). A potência muscular e a força estão presentes nos piques, chutes e arremessos, mudança de direção e velocidade na maioria das brincadeiras infantis e jogos esportivos, sendo importante para o desenvolvimento neuromotor adequado.

Entre os estudos selecionados, dois mostraram resultados diferentes em relação à agilidade. Faigenbaum *et al.* (2) em 9 semanas, não observaram alteração enquanto Michailidis *et al.* (5) observaram diferenças com o TP em 12 semanas. É provável que os diferentes resultados obtidos devam-se à duração do programa de treino e a realização em paralelo de treino de futebol, esporte que exige variação contínua de aceleração, mudanças bruscas de direção e equilíbrio que são componentes essenciais da agilidade (Sheppard and Young 2006). Assim, o tempo, a intensidade e o volume diários de treino aliados ao número de repetições semanais parecem proporcionar alterações nesses grupos.

Dois artigos selecionados avaliaram a potência aeróbica entre crianças pré-púberes e apresentaram resultados diferentes: segundo Faigenbaum *et al.* (2), o grupo treinado com pliometria apresentou melhoras no $VO_{2máx}$, por outro lado, Michailidis *et al.* (5), não observaram qualquer alteração nas crianças submetidas ao treino pliométrico. Porém, é importante salientar que o primeiro (2) avaliou através da medição indireta com o teste da metade da milha (± 800 metros), enquanto o segundo (5) analisou de forma direta, através da ergoespirometria em esteira com analisador de gases, que apresenta maior fidedignidade aos resultados encontrados. Além do mais, a diferença entre os resultados apresentados pode ser devido às variações na faixa etária entre as crianças analisadas, pois o primeiro estudo (2) avaliou crianças entre 8 e 10 anos dos dois gêneros, enquanto o segundo (5) avaliou apenas meninos com 10 anos de idade. Por outro lado, parece natural que as crianças não apresentem bons desempenhos em provas de longa duração como as corridas de resistência, por exemplo, uma vez que as brincadeiras e atividades nessa faixa etária são na sua maioria intensas com pausas frequentes.

Em relação à fadiga central e periférica, observou-se que o TP auxilia na diminuição da fadiga periférica, mas não diminui a fadiga central (4), mostrando também que não houve alterações significativas na ativação voluntária, na taxa central de ativação nem na contração voluntária máxima em crianças. O reduzido número de estudos analisando a fadiga central e periférica, não nos permite deduzir o efeito positivo ou negativo do TP em crianças pré-púberes. No entanto, a redução da fadiga central e periférica são fatores importantes na prática de atividades recreativas, aumentando o tempo de participação e facilitando o desempenho e aprimoramento de outras habilidades.

O treino de força tem sido pouco utilizado em crianças e adolescentes, porém, o mesmo pode oferecer benefícios para atletas jovens, principalmente aqueles que participam de competições esportivas (Keiner 2013). Crianças de ambos os gêneros, entre a faixa etária

de 5 e 12 anos de idade, apresentaram ganhos de força em oito semanas com TP (Faigenbaum, Westcott et al. 1999). Entretanto, notamos uma quantidade limitada de pesquisas científicas publicadas nos últimos dez anos com programas de TP aplicado em crianças pré-púberes.

CONCLUSÃO

O TP está associado ao aumento do desempenho em testes de impulsão (horizontal e vertical), agilidade e velocidade de crianças pré-púberes. De acordo com os estudos analisados, não foram relatadas incidências de dores, lesões ou qualquer tipo de prejuízo funcional ou de rendimento durante as intervenções. Dessa forma, podemos concluir que, a prática do TP é benéfica, segura e importante durante o crescimento e o desenvolvimento de crianças pré-púberes. Entretanto, mais pesquisas são necessárias para explicar as adaptações do TP sobre os demais resultados obtidos nesta revisão.

REFERÊNCIAS

- Beunen, G., M. Oystyn, et al. (1997). "Development and tracking in fitness components: Leuven longitudinal study on lifestyle, fitness and health." *Int J Sports Med* **18 Suppl 3**: S171-178.
- Carnethon, M. R., M. Gulati, et al. (2005). "Prevalence and cardiovascular disease correlates of low cardiorespiratory fitness in adolescents and adults." *JAMA* **294**(23): 2981-2988.
- Chaouachi, A., R. Hammami, et al. (2013). "Olympic weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements than traditional resistance training." *J Strength Cond Res*.
- de Villarreal, E. S., E. Kellis, et al. (2009). "Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis." *J Strength Cond Res* **23**(2): 495-506.
- Diallo, O., E. Dore, et al. (2001). "Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players." *J Sports Med Phys Fitness* **41**(3): 342-348.
- DiStefano, L. J., D. A. Padua, et al. (2010). "Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children." *J Strength Cond Res* **24**(2): 332-342.
- Duke, J. H., M.; Heitzler, C. (2003). "Physical Activity Levels Among Children Aged 9-13 Years—United States, 2002." *Morbidity and Mortality Weekly Report* **290-10**: 1308-1309.

- Faigenbaum, A. D., W. J. Kraemer, et al. (2009). "Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association." J Strength Cond Res **23**(5 Suppl): S60-79.
- Faigenbaum, A. D., W. L. Westcott, et al. (1999). "The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children." Pediatrics **104**(1): e5.
- Faigenbaum, A. D. F., A. C.; Radler, Tracy; Zbojovsky, Dan; Chu, D. A.; Ratamess, N. A.; Kang, Jie; Hoffman, Jay R. (2009). "'Plyo Play': A Novel Program of Short Bouts of Moderate and High Intensity Exercise Improves Physical Fitness in Elementary School Children." The Physical Educator **66**: 37-44.
- Gunter, K., A. D. Baxter-Jones, et al. (2008). "Jump starting skeletal health: a 4-year longitudinal study assessing the effects of jumping on skeletal development in pre and circum pubertal children." Bone **42**(4): 710-718.
- Jafari, M., V. Zolaktaf, et al. (2013). "Determination of the best pre-jump height for improvement of two-legged vertical jump." Int J Prev Med **4**(Suppl 1): S104-109.
- Johnson, B. A., C. L. Salzberg, et al. (2011). "A systematic review: plyometric training programs for young children." J Strength Cond Res **25**(9): 2623-2633.
- Keiner, M., A. Sander, et al. (2013). "Is there a difference between active and less active children and adolescents in jump performance?" J Strength Cond Res **27**(6): 1591-1596.
- Keiner, M. S., A. Wirth, K. Schmidtbleicher, D. (2013). "The impact of 2-year of additional athletic training on the jump performance of young athletes." Science & Sports **279**: 1-7.
- Kiphard, E. J. (1975). "[Early active health education as an urgent teaching task for parents, kindergarten and primary schools (author's transl)]." Offentl Gesundheitswes **37**(4): 224-230.
- Komi, P. V. (2000). "Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle." J Biomech **33**(10): 1197-1206.
- Kotzamanidis, C. (2006). "Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys." J Strength Cond Res **20**(2): 441-445.
- Lloyd, R. S., J. L. Oliver, et al. (2011). "The influence of chronological age on periods of accelerated adaptation of stretch-shortening cycle performance in pre and postpubescent boys." The Journal of Strength & Conditioning Research **25**(7): 1889-1897.
- Lukaski, H. C. (1987). "Methods for the assessment of human body composition: traditional and new." Am J Clin Nutr **46**(4): 537-556.
- Malina, R. M. (2006). "Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review." Clin J Sport Med **16**(6): 478-487.
- Mastrangelo, M. A., E. C. Chaloupka, et al. (2008). "Cardiovascular fitness in obese versus nonobese 8-11-year-old boys and girls." Res Q Exerc Sport **79**(3): 356-362.
- Michailidis, Y., I. G. Fatouros, et al. (2013). "Plyometrics' trainability in preadolescent soccer athletes." J Strength Cond Res **27**(1): 38-49.
- Moura-Dos-Santos, M., J. Wellington-Barros, et al. (2013). "Permanent deficits in handgrip strength and running speed performance in low birth weight children." Am J Hum Biol **25**(1): 58-62.
- NHI (1996). "Physical activity and cardiovascular health. NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health." JAMA **276**(3): 241-246.
- Ramsay, J. A., C. J. Blimkie, et al. (1990). "Strength training effects in prepubescent boys." Med Sci Sports Exerc **22**(5): 605-614.
- Saez de Villarreal, E. R., B.; Newton, R. U. (2010). "Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis." Journal Science and Medicine in Sport **13**: 513-522.
- Sedano, S., A. Matheu, et al. (2011). "Effects of plyometric training on explosive strength, acceleration capacity and kicking speed in young elite soccer players." J Sports Med Phys Fitness **51**(1): 50-58.

- Shah, S. (2012). "Plyometric Exercises." International Journal of Health Sciences and Reserch **2**(1): 115-126.
- Sheppard, J. M. and W. B. Young (2006). "Agility literature review: classifications, training and testing." J Sports Sci **24**(9): 919-932.
- Skurvydas, A., M. Brazaitis, et al. (2010). "The effect of plyometric training on central and peripheral fatigue in boys." Int J Sports Med **31**(7): 451-457.
- Sohnlein, Q., E. Muller, et al. (2014). "The effect of 16 weeks plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players." J Strength Cond Res.
- Stabelini Neto, A., J. E. Sasaki, et al. (2011). "Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents: a cross-sectional study." BMC public health **11**: 674.
- Voelzke, M., N. Stutzig, et al. (2012). "Promoting lower extremity strength in elite volleyball players: effects of two combined training methods." J Sci Med Sport **15**(5): 457-462.

OBJETIVOS

3 OBJETIVOS

3.1. Geral

Avaliar os efeitos de um programa de treino pliométrico sobre o desempenho nos teste de aptidão física e coordenação motora grossa em crianças de 7 aos 9 anos de idade eutróficas ou com sobrepeso/obesidade.

3.2. Específico

Em crianças de 7 aos 9 anos de idade eutróficas ou com sobrepeso/obesidade submetidos ou não a um programa de treino pliométrico, avaliar:

1. As variáveis antropométricas (peso, altura e altura sentado);
2. A composição corporal (IMC, massa magra, massa gorda e percentual de gordura);
3. A aptidão física e a coordenação motora grossa.

HIPÓTESES

4 HIPÓTESES

- Apenas 12 semanas de treino pliométrico são suficientes para melhorar os índices de força, coordenação, velocidade, agilidade e equilíbrio, tanto em crianças eutróficas como em crianças com sobrepeso/obesidade.
- Crianças com sobrepeso/obesidade apresentam baixos níveis de aptidão física e desempenho motor.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Local do estudo

O presente estudo foi realizado na cidade de Vitória de Santo Antão, localizada na Zona da Mata Sul do Estado de Pernambuco. 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 I.

5.1.1. Amostra

A amostra foi composta de crianças ($n = 134$) do gênero masculino com idades entre os 7 e 9 anos, escolhidas de forma randomizada. A amostra foi dividida em dois grupos de acordo com a intervenção no treino: Grupo Controle (GC, $n = 50$) e Grupo Treinado (GT, $n = 84$). As avaliações foram realizadas uma semana antes (T1) e uma semana após o programa de treino (T2). Para a análise dos dados os grupos foram subdivididos em sobrepeso/obesidade $n = 18$ (GC $n = 7$ e GT, $n = 11$) e eutróficos $n = 116$ (GC, $n = 43$ e GT, $n = 73$). O grupo eutrófico foi novamente subdividido de acordo com as idades em controle (7 anos, $n = 13$; 8 anos, $n = 19$ e 9 anos, $n = 11$) e treinado (7 anos, $n = 26$; 8 anos, $n = 18$ e 9 anos, $n = 29$).

As crianças foram avaliadas quanto à antropometria, à composição corporal, ao nível de aptidão física e ao desempenho neuromotor. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi assinado pelos pais ou responsáveis (Anexo II), antes do início dos testes.

Foram incluídas na amostra crianças com idades compreendidas entre os 7 e os 9 anos, que estavam devidamente matriculadas nas escolas do município de Vitória de Santo Antão e não possuíam qualquer limitação física ou mental que as impedisse de participar dos testes.

5.2. Antropometria, composição corporal

5.2.1. Avaliação Antropométrica

Foram efetuadas as seguintes medidas antropométricas: massa corporal, estatura, estatura sentado e medição de duas dobras de adiposidade subcutânea (tricipital e subescapular) seguindo os critérios estabelecidos em estudo prévio (Lukaski 1987) (Anexo IV).

Para avaliação da **massa corporal** foi utilizada uma balança de plataforma com capacidade máxima de 150 Kg e precisão de 100 g. O avaliado usava o mínimo de roupa possível e descalço era 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 calcânhares, da cintura pélvica, da cintura escapular e da região occipital em contato com a escala de medida.

Altura tronco-cefálica ou **estatura 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.

Para avaliação das **dobras de adiposidade subcutânea** tricipital (TR) e subescapular (SE) foi utilizado um plicômetro de marca Lange, com escala de zero a 60 mm, resolução de 1,0 mm e pressão constante de 10 g/mm². Todas as avaliações foram realizadas sempre no hemicorpo direito do avaliado na região tricipital e subescapular, e repetida duas vezes em cada local, ocorrendo uma terceira medição sempre que a diferença entre a primeira e a segunda medição excedia 5%. No final, foi extraída a média aritmética entre os dois valores mais próximos obtidos.

Na região tricipital, a referência anatômica para medida da espessura da dobra cutânea foi definida paralelamente ao eixo longitudinal do braço em sua face posterior, na distância média entre a borda súpero-lateral do acrômio e o processo do olecrano da ulna, ponto anatômico idêntico ao adotado para as medidas do perímetro do braço. A dobra cutânea é pinçada verticalmente, acompanhando o sentido anatômico do músculo tricipital.

Para a medida da espessura da dobra cutânea na região subescapular, a referência anatômica é definida cerca de dois centímetros abaixo do ângulo inferior da escápula. Na tentativa de facilitar a identificação do ponto anatômico o avaliado executa abdução e flexão do braço para trás, o que o obriga a um levantamento da escápula. A dobra cutânea foi destacada obliquamente ao eixo longitudinal, no sentido descendente e lateral, formando ângulo de aproximadamente 45 graus, o que equivale à orientação dos arcos costais.

Percentual de gordura corporal: foram utilizadas as medidas de dobras de adiposidade subcutânea tricipital (TR) e subescapular (SE), segundo (Lohman and Going 2006).

5.2.2. Cálculo de indicadores da composição corporal

A partir das medidas antropométricas foram realizados os seguintes cálculos:

Índice de massa corporal (IMC) = massa corporal (kg)/estatura (m²)

Σ das dobras de adiposidade = TR + SE

Para o cálculo do percentual de gordura corporal (%G) foram utilizadas as fórmulas das equações descritas na tabela 2.

Tabela 2 – Equações para a avaliação do percentual de gordura (Lohman and Going 2006).

Σ Tríceps e Subescapular (< 35 mm)
% gordura corporal = $1,35 \times (\Sigma TR + SE) - 0,012 (\Sigma TR + SE)^2 - 3,4$
Σ Tríceps e Subescapular (> 35 mm)
% gordura corporal = $0,783 \times (\Sigma TR + SE) + 2,2$
Σ = somatório

A partir dos valores do percentual de gordura corporal, foram calculados os valores de massa gorda (MG) e massa magra (MM).

MG (kg) = massa corporal (kg) x % G / 100

MM (kg) = massa corporal (kg) – MG

5.3. Aptidão física relacionada à saúde

Para avaliação da **Aptidão Física**, foi realizada a bateria de testes *Fitnessgram* (Mastrangelo, Chaloupka et al. 2008) e *Eurofit*, associada à saúde e referenciada ao critério: flexibilidade (banco de Wells), força abdominal durante um minuto (teste de *curl'ups*), força estática (dinamometria manual), força explosiva de membros inferiores (salto em comprimento sem corrida preparatória), velocidade (corrida de 20 metros em velocidade máxima), agilidade no quadrado com quatro metros de lado (Safrit, Stamm et al. 1977), corrida/caminhada de 1.609m (Teste Luc-Léger) (Anexo V).

Tabela 3 – Estrutura da bateria de testes da aptidão física

Testes	Componentes de Aptidão Física
Força de Preensão (kg/f)	Força Isométrica
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.

5.4. Avaliação da coordenação motora grossa

Para avaliação da **coordenação motora grossa** foi utilizada a bateria de testes de coordenação corporal e desempenho motor através Körperkoordinations test für Kinder (KTK), proposto por Kiphard e Schilling (1974). O teste de KTK tem em sua composição a realização de quatro tarefas de movimentos: Trave de Equilíbrio, Salto Monopedal, Salto Lateral, Transferência Sobre Plataforma, cuja ficha de avaliação está descrita no (Anexo VI) (Kiphard 1975).

5.4.1. Tarefa 1 - Trave de Equilíbrio

Objetivo: Estabilidade do equilíbrio em marcha à retaguarda sobre a trave.

Material: São utilizadas três traves de três metros de comprimento e 3 cm de altura, com larguras de 6 cm, 4,5 cm e 3 cm. Na parte inferior são presos pequenos travessões de 15 x 1,5 x 5 cm, espaçados de 50 em 50 cm. Com isso, as traves alcançam uma altura total de 4,5 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.

Execução: 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.

No exercício-ensaio, a criança deve equilibrar-se, andando para frente e para trás, em toda a extensão da trave (no caso de tocar o pé no chão, continuar no mesmo ponto), para que possa estimar melhor a distância a ser passada e familiarizar-se mais intensivamente com o processo de equilíbrio. Se a criança tocar o pé no chão (em qualquer tentativa

válida), o mesmo deverá voltar à plataforma de início e fazer a passagem válida seguinte (são três tentativas válidas em cada trave). Dessa forma, em cada trave, a criança fará um exercício-ensaio, ou seja, andará uma vez para frente e uma vez para trás; em seguida, para medição do rendimento, andará três vezes para trás (Figura 2).



Figura 1. Realização da tarefa 1 - Trave de Equilíbrio

Avaliação da Tarefa: Para cada trave, são contabilizadas três tentativas válidas, o que perfaz um total de nove tentativas. Conta-se a quantidade de apoios (passos) sobre a trave no deslocamento à retaguarda com a seguinte indicação: o aluno está parado sobre a trave, o primeiro pé de apoio não é tido como ponto de valorização. Só a partir do momento do segundo apoio é que se começa a contar os pontos. O avaliador deve contar em voz alta a quantidade de passos até que um pé toque o solo ou sejam atingidos 8 pontos. A máxima pontuação possível será de 72 pontos. O resultado será igual ao somatório de apoios à retaguarda nas nove tentativas (Anexo VII).

5.4.2. Tarefa 2 - Salto Monopedal

Objetivo: Coordenação dos membros inferiores; energia dinâmica/força.

Material: São usados 12 blocos de espuma, medindo 50 x 20 x 5 cm cada um.

Execução: A tarefa consiste em saltar um ou mais blocos de espuma colocados uns sobre os outros, com uma das pernas. O avaliador demonstra a tarefa, saltando com uma das pernas por cima de um bloco de espuma colocado transversalmente na direção do salto, com uma distância de impulso de aproximadamente 1,5 m. 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. Vale salientar que estão previstos dois exercícios-ensaio para cada perna (direita e esquerda) (Figura 3).



Figura 2. Realização da tarefa 2 – Salto Monopedal

Avaliação da tarefa: Para sujeitos a partir de 7 anos, os dois exercícios-ensaio para a perna direita e esquerda são feitos com três blocos de espuma (altura = 15 cm). A criança que não conseguir passar começa com 10 cm de altura (dois blocos); se for bem sucedida, inicia a avaliação na altura recomendada para a sua idade. Se na passagem válida da altura

recomendada, a criança cometer três erros, a tentativa para essa altura é anulada. A criança reinicia a primeira passagem com um bloco a menos (-5 cm).

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

- 7 - 8 anos = 15 cm (três blocos de espuma)
- 9 - 10 anos = 25 cm (cinco blocos de espuma)

Para saltar os blocos de espuma, a criança precisará de uma distância de aproximadamente 1,5 m para impulsão, que também deverá ser passada em saltos na mesma perna. O avaliador deverá apertar visivelmente os blocos para baixo, ao iniciar a tarefa, a fim de demonstrar a criança que não há perigo caso o mesmo entre em choque com o material. Após ultrapassar o bloco, a criança precisa dar pelo menos mais dois saltos com a mesma perna, para que a tarefa possa ser aceita como realizada. Como erro, considera-se o toque no chão com a outra perna, o derrubar dos blocos, ou ainda, após ultrapassar o bloco de espuma, tocar os dois pés juntos no chão, por isso pede-se que depois de transpor os blocos de espuma sejam dados mais dois saltos. Caso o indivíduo erre nas duas tentativas válidas, em uma determinada altura, a continuidade somente será feita se nas duas passagens (alturas) anteriores houver um total de 5 pontos. Caso contrário, a tarefa é interrompida. Isso é válido tanto para uma perna como para a outra (AnexoVIII).

5.4.3. Tarefa 3 - Salto Lateral

Objetivo: Velocidade em saltos alternados

Material: 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.

Execução: A tarefa consiste em saltitar de um lado a outro, com os dois pés ao mesmo tempo, o mais rápido possível, durante 15 segundos. O avaliador demonstra a tarefa, colocando-se ao lado do sarrafo divisório, saltitando por cima dele de um lado a outro, com os dois pés ao mesmo tempo. Deve ser evitada a passagem alternada dos pés (um depois do outro). Como exercício-ensaio, estão previstos cinco saltitamentos. No entanto, não é considerado erro enquanto os dois pés forem passados respectivamente sobre o sarrafo divisório, de um lado para o outro. No caso da criança tocar o sarrafo divisório, sair da plataforma ou parar durante um momento ou saltitamentos, a tarefa não deve ser interrompida, porém, o avaliador deve instruir imediatamente a criança: “Continue! Continue!”. No entanto, se a criança não se comportar de acordo com a instrução dada, a tarefa é interrompida e reiniciada após nova instrução e demonstração. Caso haja interferência por meio de estímulos externos que desviem a atenção do executante, não será registrado como tentativa válida, dessa forma, será reiniciada a tarefa. Não devem ser permitida duas passagens falhas (Figura 4).



Figura 3. Realização da tarefa 3 – Salto lateral

Avaliação da tarefa: Registram-se o número de saltitamentos dados, em duas passagens de 15 segundos (saltitando para um lado, conta-se um ponto; voltando, conta-se outro, e assim sucessivamente). Como resultado final da tarefa teremos o somatório de saltitamentos das duas passagens válidas (Anexo IX).

5.4.4. Tarefa 4 - Transferência sobre Plataforma

Objetivo: Lateralidade; estruturação espaço-temporal.

Material: São usados para o teste, dois plataformas de 25 x 25 x 5 cm e um cronômetro.

As plataformas são colocadas lado a lado com uma distância entre elas de cinco cm. Na direção para deslocar a plataforma, é necessário uma área livre de cinco a seis metros.

Execução: 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. Primeiramente, o avaliador demonstra a tarefa da seguinte maneira: fica em pé sobre a plataforma da direita colocada à sua frente; pega a da esquerda com as duas mãos e a coloca ao seu lado direito, passando a pisar sobre ela, livrando sua esquerda, e assim sucessivamente. A transferência lateral pode ser feita para a direita ou para a esquerda, de acordo com a preferência do indivíduo. O avaliador demonstra que na execução dessa tarefa trata-se, em princípio, da velocidade da transferência. Também deve avisar que colocar as plataformas muito perto ou muito afastadas pode trazer desvantagens no rendimento a ser mensurado. Caso ocorra interferência externa durante a execução que desviem a atenção do indivíduo, a tarefa deve ser interrompida, sem considerar o que estava sendo desenvolvido. 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. No entanto, se a criança não se comportar de acordo com a instrução dada, a tarefa é interrompida e repetida após nova instrução e demonstração. Não devem ser permitidos mais do que duas tentativas falhas. São executadas duas passagens de 20 segundos, devendo ser mantido um intervalo de pelo menos 10 segundos entre elas.

O avaliador conta os pontos em voz alta e deve assumir uma posição em relação ao aluno (distância não maior que dois metros), movendo-se na mesma direção escolhida pelo avaliado. Com esse procedimento, assegura-se a transferência lateral das plataformas, evitando-se que seja colocada à frente. Após a demonstração do avaliador, segue-se o exercício-ensaio, no qual a criança deve transferir de três a cinco vezes a plataforma (Figura 5).



Figura 4. Realização da tarefa 4 – Transferência sobre Plataforma

Avaliação: Conta-se tanto o número de transferências das plataformas, quanto às do corpo, em um tempo de 20 segundos. Conta-se um ponto quando a plataforma livre for apoiada do outro lado; dois pontos quando o indivíduo passar com os dois pés para a plataforma livre, e assim sucessivamente. São somados os pontos das duas passagens válidas. Anotam-se os valores da primeira e segunda tentativas válidas, em seguida, somam-se estes valores na horizontal, obtendo-se o valor bruto da tarefa (Anexo X).

5.4.5. Pontuação e classificação do desempenho em cada tarefa

Para avaliar a capacidade de coordenação corporal utilizando as tabelas originais do estudo de Kiphard e Schilling (1974) (anexos VII - X), anota-se o valor de cada tentativa correspondente a cada tarefa, fazendo-se a soma horizontal de cada uma. Depois de somar as linhas horizontais, faz-se a soma na coluna vertical, obtendo-se o valor bruto da tarefa. Após realizar esse procedimento, verifica-se nas tabelas de pontuação, referente a cada teste, para ambos os gêneros, na coluna esquerda o valor correspondente ao número do escore e relaciona com a idade do indivíduo. Nesse cruzamento das informações, obtêm-se o Quociente Motor (QM) da tarefa, representado pelo somatório de pontos em cada tarefa (Anexo XI). Em seguida, o valor do QM é classificado em uma das cinco categorias: Alto, Bom, Normal, Regular ou Baixo (Anexo XII).

5.4.6. Pontuação e classificação do desempenho geral

São somados os quatro valores de QM e verifica-se o valor correspondente à pontuação do teste na tabela $A7 = \Sigma \text{ de QML} - \text{QM4}$ (Anexo XI). Com esse valor, pode-se obter a classificação da coordenação corporal do indivíduo (Anexo XII).

5.5. Programa de treino pliométrico de curta duração

O programa de treino pliométrico consistiu de estímulos com saltos, realizados semanalmente, em dois dias não consecutivos (terças e quintas-feiras), durante três meses, que representaram 24 sessões de treinos.

Os grupos foram formados com o máximo de cinco crianças, numa proporção de duas ou três crianças para cada professor/orientador e os saltos foram realizados em séries de cinco repetições por vez. Dessa forma, as crianças tinham um número reduzido de repetições e mais tempo para recuperar o esforço realizado.

Cada sessão de treino pliométrico foi dividida em três partes: aquecimento, treino e volta à calma. Antes de iniciar o treino, as crianças foram submetidas a um rápido aquecimento dinâmico com corridas, saltos variados e alongamentos, durante aproximadamente três 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 22^a, 23^a e 24^a sessões. As sessões foram compostas de saltos verticais, horizontais e laterais com o toque no solo de um ou os dois pés (5 a 12 séries de 10 repetições). As cinco plataformas ou caixotes usados no treino possuíam as mesmas dimensões quanto ao comprimento (80 cm) e largura (50 cm), porém alturas variadas de 10, 20, 30, 30 e 40 cm (Figura 6).

Figura 5- Plataforma de saltos para o treino pliométrico



Quadro 1- Distribuição do programa de exercícios pliométricos segundo o tipo de salto

Tipo de Salto	Séries	Repetições	Altura da plataforma (cm)
1-Laterais	1	10	10
2-Salto grupado	2	5	10
3-Crescente	4	5	10, 20, 30, 30 e 40
4-Decrescente	4	5	40, 30, 30, 20 e 10
5-Monopedal	4	5	Sem plataforma
6- Monopedal	4	5	Sem plataforma
7-Altura variada	2	5	40, 20, 30, 10 e 10
8-Crescente + grupado	2	5	10, 20, 30, 40

1 - Impulsão lateral com os dois pés, alternando o solo e a plataforma de 10 cm; **2** - Salto com os pés juntos após queda da plataforma de 10 cm; **3** - Saltos alternados entre o solo e as plataformas com alturas crescentes; **4** - Saltos alternados entre o solo e as plataformas com alturas decrescentes; **5** - Repetições de saltos máximos com o toque no solo com apenas o pé direito; **6** - Repetições de saltos máximos com o toque no solo com apenas o pé esquerdo; **7** - Saltos entre plataformas de 30, 20, 40, 10, 30, sem toque no solo; **8** - Saltos crescentes de 10, 20, 30 e 40 cm, seguidos de um salto grupado após a queda da plataforma de 40 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, que justifica a pliometria. O treino com saltos pliométricos seguiu os exercícios propostos por Johnson *et al.*, (2011). Os participantes realizaram todos os exercícios descalços como forma de padronização do treino. O solo foi forrado com colchões de poliuretano na espessura de 10 milímetros visando ao amortecimento do choque entre os saltos, e buscando prevenir algum tipo de lesão.

Quadro 2 - Descrição do programa de treino pliométrico para crianças sobrepeso/obesas dos 7 aos 9 anos de idade durante 12 semanas.

Sessões	Séries	Saltos por série	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 pausas entre os exercícios realizados durante o treino; **Repetição:** Número de saltos realizados em cada série; **Total de saltos:** Número total de saltos executados em cada dia de treino.

5.6. Análise dos dados

No primeiro artigo, os dados estão apresentados em média $\pm$ EPM (erro padrão da média). Para as análises entre os grupos (control x treinado) nas diferentes idades foi utilizado o teste ANOVA one-way seguido pelo post-hoc de Turkey. Diferenças intragrupo (pré x pós-treino) em diferentes idades foram avaliadas usando ANOVA two-way com a idade e a intervenção como fatores. Para o segundo artigo, as análises descritivas estão apresentadas em média $\pm$ EPM. Diferenças entre os grupos (controle x treinado) foram avaliadas usando o t-teste para amostras independentes. As diferenças intragrupo (pré x pós-treino) foram avaliadas usando o t-teste de Student pareado. Todas as análises foram realizadas usando o programa SPSS versão 17.0 (SPSS, Inc. Chicago, IL) e o nível de significância mantido com $p < 0.05$.

REFERÊNCIAS

- Johnson, B. A., C. L. Salzberg, et al. (2011). "A systematic review: plyometric training programs for young children." *J Strength Cond Res* **25**(9): 2623-2633.
- Lukaski, H. C. (1987). "Methods for the assessment of human body composition: traditional and new." *Am J Clin Nutr* **46**(4): 537-556.
- Lohman, T. G. and S. B. Going (2006). "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.
- Kiphard, E. J. (1975). "[Early active health education as an urgent teaching task for parents, kindergarten and primary schools (author's transl)]." *Offentl Gesundheitswes* **37**(4): 224-230.
- Mastrangelo, M. A., E. C. Chaloupka, et al. (2008). "Cardiovascular fitness in obese versus nonobese 8-11-year-old boys and girls." *Res Q Exerc Sport* **79**(3): 356-362.
- Safrit, M. J., C. L. Stamm, et al. (1977). "Effect of environment and order of testing on performance of a motor task." *Res Q* **48**(2): 376-381.

RESULTADOS

6. RESULTADOS

Os resultados deste estudo estão apresentados sob a forma de artigos originais que foram enviados para a publicação em periódicos indexados, segundo a recomendação do Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento.

Artigo original 1 Title: A novel program of plyometric exercise improves physical fitness and gross motor coordination of schoolboys.

Artigo original 2 Title: Plyometric physical training enhances physical fitness and gross motor coordination of 7-9 year old overweight/obese boys

Title: A novel program of plyometric exercise improves physical fitness and gross motor coordination of schoolboys.

Short-Title: Plyometry and motor performance

Authors: Marcelus Brito de Almeida, MSc², Gleydson Pereira², Gabriela Neves², Renata Cecília Carneiro², Amanda Alves², Marivânio José da Silva², Raul Manhães-de-Castro¹, Marcos André Moura-dos-Santos^{1,3}, Carol Góis Leandro^{1,2}.

Author's Institutions

¹Department of Neuropsychiatry and Behavior Sciences, Federal University of Pernambuco, 50670-901 Recife, PE, Brazil

²Department of Physical Education and Sports Science, CAV, Federal University of Pernambuco, 55608-680 Vitória de Santo Antão, PE, Brazil

³Superior 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 evaluated the effects of 12 weeks of controlled protocol of plyometric training on physical fitness and gross motor coordination of schoolboys aged 7 to 9. The sample was randomly assigned into 2 groups: plyometric training group (T, n = 73) and control group (C, n = 43). The groups were divided according to the age in each group (trained: 7 y old, n = 26; 8 y old, n = 18 and 9 y old, n = 29 and control: 7 y old, n = 13; 8 y old, n = 19 and 9 y old, n = 11). 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, agility and running speed. 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. Trained boys aged 7 presented a better performance in curl-ups and square tests than their control pairs. Plyometric training improved the performance of the running speed test only in boys aged 8 and 9. For gross motor coordination, the performance in balancing backward and jumping from side to side improved after training in each age), one-legged obstacle jumping and motor quotient improved in boys aged 8 and 9, and side-way movements just improved in boys aged 9. In conclusion, children attending plyometric training of twelve weeks scored better on physical fitness and gross motor coordination tests than sedentary children. The improvements of motor performance in response to plyometric training are dependent of chronological age.

Key words: Vertical jump, children, neuromotor development, motor performance, plyometry.

INTRODUCTION

Plyometric exercise refers to the performance of stretch-shortening cycle movements that involve a high-intensity eccentric contraction immediately after a rapid and powerful concentric contraction (McKay & Henschke 2012). Plyometric training include various types of body weight jumping-type exercise, like drop jumps, countermovement jumps, squat jump, alternate-leg bounding and hopping (McKay & Henschke 2012). 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 (Johnson et al. 2011). This type of exercise can improve balance, jumping abilities, speed reaction, muscular strength, vertical jump height and power production (Shah 2012). A twelve-week program with combined strength and specific plyometric exercises increased peak torque in lower limb extension and flexion in the majority of the movements assessed in handball players (age: 21.6 ± 1.73) (Carvalho et al. 2014). A six-week plyometric training programme of repeated jumps improved some biomechanical parameters such as vertical landing jump, jump height, range of knee flexion and landing time in countermovement jump (Makaruk et al. 2014). In contrast, comparably little is known about whether those effects of plyometric training exist in children or at what age the benefits of this exercise emerge.

Children develop accuracy and efficiency of motor development by spontaneously engaging in regular physical activities such as running and jumping on sport or recreational activities (Landry & Driscoll 2012). These kind of activities are associated with suitable physical fitness concerning to sit-ups, push-ups, long jump, muscular strength, cardiorespiratory fitness, flexibility, specific cognitive functioning and goal-directed behaviors (Strong et al. 2005). However, it is important to consider the precise timing of the exercise intervention because children present a particular motor development in each age (Lambert & Bard 2005). For example, one-handed catching performance is not completely correct until 7 years old but, from the age of 8 years old, one-handed catching skill progressively improves until at age 12 being comparable to adult level (Fischman et al. 1992). There are significant changes in the development of perceptual-motor coordination during a short period of time at the age of 7–8 (Ricken et al. 2004). Furthermore, the stability of motor performance improves after the age of 7 while improvements in perception and reaction time is probable to happen after the age of 8 to 9 years old (Lambert & Bard 2005). These results suggest that the age of 7–9 years old can be considered as a sensitive period for development of motor performance with potential subtle changes in response to environmental stimuli such as physical training.

Historically, plyometric training was considered unsafe for children because the ground reaction forces during jumps that can result in musculoskeletal soreness, articular overloading and muscular discomfort (Kotzamanidis 2006). However, a recent systematic review (Johnson, Salzberg 2011) showed that most of studies related benefits for plyometric training as the improvement of motor performance, motor skills and motor competence in children. More recently, previous study has shown that young boys (aged 10.6) performed plyometric for 12 weeks (forward hopping, lateral hopping, shuffles, skipping, ladder drills, skipping, box jumps, low-intensity depth jumps) and they presented an improved speed, vertical jump, standing long jump, multiple 5-bound hopping leg strength and agility (Michailidis et al. 2013). Likewise, in response to 8-week training period (plyometric plus balance exercises), it was observed improved leg stiffness, 10-m sprint, 10-m sprints and shuttle runs to a greater degree in 10-12 years old children (Chaouachi et al. 2014). Although previous studies interventions were implemented for children, there is no specific information about the effects on physical fitness and motor coordination according to specificity of the chronological age of children.

Based on the advance in understanding the motor development in children, we conducted 12 weeks of controlled protocol of plyometric training with a very simple, inexpensive, and easily intervention comprised of short bouts of jumps interspersed throughout the school days (twice a week). The intervention required only 20 min/day to complete and it was implemented with simple equipment. Our objective was to examine the effects of a protocol of plyometric exercises on physical fitness and gross motor coordination in children at different ages (7 to 9 years old). Our hypothesis represents a novel interpretation of improvements of motor performance in response to plyometric training as a function of age

that had exclusively been attributed to current sensory-motor maturation resulting from the completion of the myelination of sensory and motor pathways.

MATERIAL AND METHODS

Sample

One hundred sixteen 7-9 years old schoolboys were invited to participate in the study. Written informed consent from parents or legal guardians was a criterion for the inclusion of each child in the study. 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 = 73) and control group (C, n = 43). The groups were divided according to the age in each group (trained: 7 y old, n = 26; 8 y old, n = 18 and 9 y old, n = 29 and control: 7 y old, n = 13; 8 y old, n = 19 and 9 y old, n = 11). All study procedures took place at a school facility. 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 (Lohman & Going 2006). The body mass index (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 (Lohman & Going 2006). The percent body fat (BF %), fat mass (kg) and fat-free mass (FFM, kg) were estimated using Lohman & Going's formulas (Lohman & Going 2006).

Physical fitness

Physical fitness was assessed according to FITNESSGRAM (Research 1999) and EUROFIT (EUROFIT 1988) standardized test batteries. For the present report the chosen tests were: (1) handgrip strength (measured independently in each hand) using a handgrip dynamometer (Saehan, Flintville, USA); (2) standing long jump (a measure of the explosive power of the lower limbs); (3) curl-ups (as an indicator of dynamic muscle endurance of abdominal muscles); (4) sit-and-reach as a measure of flexibility; (5) square test as a measure of agility (complete a weaving running course [4x4 meter square] in the shortest possible time); (6) and a 20-meter sprint run (to evaluate running speed in the shortest possible time).

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) (Kiphart & Schilling 1974), and has been widely used in Brazil. The KTK includes the assessment of the following items: (1) balance – child walks backward on a balance beam 3 m in length, but of decreasing widths: 6 cm, 4.5 cm, 3 cm; (2) 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; (3) 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 (4) 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 daily 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 plyometrics 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 described 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. A summary of the plyometric exercise program is outlined in Table 2.

Data quality Control

Data quality control was assessed by retesting 10% of the total sample in two distinct moments (test-retest) with a 15-day interval between the test applications. Intraclass

correlation coefficients (R) and respective 95% confidence intervals were used to estimate the relative reliability, the values of which were as follows: height, $R=0.95$ (95%CI: 0.85 to 0.98); weight, $R=0.99$ (95%CI: 0.98 to 0.99); handgrip strength, $R=0.96$ (95%CI: 0.89 to 0.98); standing long jump, $R=0.67$ (95%CI: 0.67 to 0.89); sit and reach, $R=0.92$ (95%CI: 0.78 to 0.97); curl-ups, $R=0.95$ (95%CI: 0.87 to 0.98); square test, $R=0.75$ (95%CI: 0.58 to 0.91); 20-meter sprint run $R=0.62$ (95%CI: 0.49 to 0.88). For gross motor coordination, balance backward, $R=0.57$ (95%CI: 0.25 to 0.81); one-legged obstacle jumping, $R=0.49$ (95%CI: 0.27 to 0.79); jump from side to side, $R=0.69$ (95%CI: 0.39 to 0.90); sideway movements, $R=0.69$ (95%CI: 0.45 to 0.89); motor quotient, $R=0.78$ (95%CI: 0.59 to 0.92).

Statistical analysis

Descriptive statistics are presented as means and standard error mean in all variables to obtain reliable data characterization. Inter group (control x trained) differences in different ages were evaluated using one-way ANOVA with Tukey post-hoc test. Intragroup differences (baseline x post-training) in different ages were evaluated using two-way ANOVA with age and intervention as factors. 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 3 presents a descriptive analysis of baseline values of anthropometry, physical fitness and motor coordination of children according to the age. There was no difference between groups in all ages and both groups presented a normal score in motor quotient. The intragroup analysis showed that boys at 8 y old presented a better performance in square test and balance backward than 7 y old boys. Boys aged 9 presented higher values of body weight than 7 years old while height and BMI was higher than both 7 and 8 years old. For physical fitness, the effects of age were seen in almost all variables except curl up and seat and reach tests in 9 years old boys. In contrast, for gross motor coordination, age just affected the results of balance backwards while oldest boy present a better performance than their younger pairs (Table 3).

Table 4 shows the results after twelve weeks of plyometric training. Trained boys aged 7 presented a better performance in curl-ups and square tests than their control pairs. At 8 y old, the better performance was seen in curl-ups, standing long jump, square test and running speed in 20m. For gross motor coordination, there was improvement in all tests except for sideway movements. At 9 y old, plyometric training induced an improvement in the performance of all physical fitness and gross motor coordination tests except for handgrip strength and sit and reach. Motor quotient was progressively improved with age. Body weight, height and BMI was different from 7 and 8 y old for both groups. Plyometric training improved some motor performance variables (physical fitness and gross motor coordination) at 8 y old when compared to 7 y old, but all motor performance were improved at 9 y old when compared to 7 and 8 y old. There are no differences among ages in the control group for any motor performance parameter (Table 4).

For trained group, comparison between pre and post-training in each age showed that there are improvements in the performance of curl-ups, standing long jump and square test in boys aged 7,8 and 9 (Figure 1C, D and E). Plyometric training improved the performance of the running speed test only in boy's aged 8 and 9 (Figure 1F). For gross motor coordination, the performance in balancing backward and jumping from side to side improved after training in each age (Figure 2A and C), one-legged obstacle jumping and motor quotient improved in boys aged 8 and 9 (Figure 1B and E), and side-way movements just improved in boys aged 9 y old (Figure 2D).

DISCUSSION

In the present study, children attending plyometric training of twelve weeks scored better on physical fitness and gross motor coordination tests than sedentary children. Trained group performed better both in precision and in time of execution showing higher performance and lower times on complete tasks. Our data is in according to previous studies that observed improvements in sprinting, jumping ability, strength, running economy and agility in children in response to plyometric exercises (Johnson, Salzberg 2011; Kotzamanidis 2006; McKay & Henschke 2012; Michailidis, Fatouros 2013). Following the findings of studies on plyometric exercises, we hypothesized that children at age 7 would show limited motor coordination and the effects of plyometric exercise could be more restricted. Indeed, there was no significant improvement induced by training in those boys except for abdominal strength and agility. After this age, we expected progressively more accurate performance when trained group was compared to control. Accordingly, our data showed that 8 y old boys improved most of motor performance variables and boys at 9 y old improved all of that, except handgrip strength and flexibility. Our findings address the role of time related to beneficial effects of plyometric training on physical fitness and gross motor coordination tests according to the age of the participants.

At baseline, comparisons between groups were not significant and boys in each age were similar for all variables. However, differences between 7 and 9 y old boys in both groups were most pronounced indicating that the neural representations of dynamic exercise are less precise and less stable in young children in time than those of older children (Ricken, Savelsbergh 2004). During the normal neuromotor development, the refinement of cortical network improves motor abilities, speed, muscular strength, accuracy of movements and motor coordination (Konczak et al. 2003). In addition, the gain in body weight and stature with age can be associated with the gain in muscular strength, standing long jump, agility, running speed, balance and jumping. In our previous study, we observed that the height and fat-free mass is strongly associated with handgrip strength and long standing jump (Moura-dos-Santos et al. 2014). We also demonstrated that after adjusting for height and lean mass, the difference in the performance of some motor tests was no longer found (Moura-Dos-Santos et al. 2013). These results suggest that older children present a compensatory strategy in which neuromotor development allows to perform better physical fitness test comparably those young children. Moreover, the magnitude of growth represented by body weight and height

and BMI can also influence a better behavioral performance. For motor quotient, the absence of difference among ages can be explained by the calculation of the score be already adjusted by age.

The present study showed that plyometric training effects can be achieved with a twice a week program for 12-weeks duration. Our results are aligned with previous studies that observed a significant training effect with regard to all the measured jumping ability, agility, running speed and gross motor coordination values from pre- to post-training (Chaouachi, Othman 2014; Kotzamanidis 2006; McKay & Henschke 2012; Michailidis, Fatouros 2013). The protocol presented here included low intensity jumps intercepted by lateral jumps, squat jumps, left and right one-legged vertical jump and increasing level of difficulty of the jumps as suggested by previous study (Johnson, Salzberg 2011). Exercise interventions are complex and need to respect at least two principles: over-loading and specificity. The progressive overload allows various systems to get a higher level than normal. In this perspective, our protocol of plyometric exercise started with fifty different jumps and increasing 10 jumps in each three sessions during the weeks to follow the principle of overload (Johnson, Salzberg 2011). The mixing of jumps during an individual session of training was planned to keep children in a high degree of motivation to perform plyometric training. Indeed, in the present study we had no desistance during the 12 –weeks (100% of children started and ended the protocol) and we propose that the variation of jumps could play an important role to keep children engaged in the program of physical training especially the young children.

Another principle of the training is the specificity that, from physiological perspective, improves noticeably the function that is being trained at the expense of the function that is not determinant for that training (Kotzamanidis 2006). The results of the present protocol were a general improvement in physical fitness (except handgrip strength and flexibility) and gross motor coordination variables. Although the principle of specificity of the training must be used in order to understand the exercise-induced adaptations, jumping may be considered a specific exercise for the development of acceleration because of the similar contact times of jumping and sprinting during the initial acceleration phase. This mechanism explains the improvement of all motor performance variables instead of just those related to standing long jump or running speed.

The novelty of the present study is related to the important effects age in the study of plyometric exercise-induced adaptations. In spite of the favorable results with regard to the effect of training, older boys were the group that had achieved better pre- and post-test training differences in physical fitness and gross motor coordination. The movements performed by children, primarily balance, walking, kicking and running are spontaneous and assume stereotyped patterns (Lambert & Bard 2005). The capability to control goal-oriented movements within this scenario is a crucial challenge for sensorimotor development (Lambert & Bard 2005). Our findings are aligned with previous study that pointed out the motor performance as a progress with age toward the adaptive capability to control motor

coordination (Lambert & Bard 2005). This results can be explained by the *executive function hypothesis* that assumes that exercise training stimulates a significant rise in gray matter volume and a prolonged increase of myelination and connectivity between age 8 to pre-adolescence in the pre-frontal and frontal cortex (Kopp 2012). Our findings point out the positive influence of plyometric exercise in a cognitively engaging context probable acting via the increasing of the production of neurotrophins, synaptogenesis and the angiogenesis (Kopp 2012).

Conclusion

The present study employing twelve weeks of plyometric training shows global benefits in precision and in time of execution of physical fitness and gross motor coordination tests. These effects are dependent on chronological age once 7 y old boys showed limited effects of plyometric exercise. At 8 and 9 y old, trained boys improved jumping ability, agility, running speed and gross motor coordination values from pre- to post-training. Our findings address the role of time related to beneficial effects of plyometric training on physical fitness and gross motor coordination tests according to the age of the participants. The findings of this study about motor performance in physically trained and sedentary boys highlight the need to consider the time to start physical training during childhood. This issue should be addressed in future research and some mechanism should be suggested. In particular, in the field of sports science and physical education, the developmental features should be accounted in the decision to planning protocol of physical exercise in order to respect the neuromotor plasticity.

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

- Carvalho A, Mourao P, Abade E. Effects of Strength Training Combined with Specific Plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players: a case study. *Journal of human kinetics*. 2014; 41: 125-132.
- 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*. 2014; 28(2): 401-412.

EUROFIT. Handbook for the EUROFIT tests of physical fitness. Rome: Council of Europe Committee for the Development of Sport. 1988.

Fischman MG, Moore JB, Steele KH. Children's one-hand catching as a function of age, gender, and ball location. *Research quarterly for exercise and sport*. 1992; 63(4): 349-355.

Johnson BA, Salzberg CL, Stevenson DA. A systematic review: plyometric training programs for young children. *J Strength Cond Res*. 2011; 25(9): 2623-2633.

Kiphard EJ, Schilling F. *Korper-koordinations-test fur kinder*. Ktk.Manual. Weiheim: Beltz Test GmbH. 1974.

Konczak J, Jansen-Osmann P, Kalveram KT. Development of force adaptation during childhood. *Journal of motor behavior*. 2003; 35(1): 41-52.

Kopp B. A simple hypothesis of executive function. *Frontiers in human neuroscience*. 2012; 6: 159.

Kotzamanidis C. Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *J Strength Cond Res*. 2006; 20(2): 441-445.

Lambert J, Bard C. Acquisition of visuomanual skills and improvement of information processing capacities in 6- to 10-year-old children performing a 2D pointing task. *Neurosci Lett*. 2005; 377(1): 1-6.

Landry BW, Driscoll SW. Physical activity in children and adolescents. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*. 2012; 4(11): 826-832.

Lohman TG, Going SB. Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food Nutr Bull*. 2006; 27(4 Suppl Growth Standard): S314-325.

Makaruk H, Czaplicki A, Sacewicz T, Sadowski J. The effects of single versus repeated plyometrics on landing biomechanics and jumping performance in men. *Biology of sport / Institute of Sport*. 2014; 31(1): 9-14.

McKay D, Henschke N. Plyometric training programmes improve motor performance in prepubertal children. *British journal of sports medicine*. 2012; 46(10): 727-728.

- Michailidis Y, Fatouros IG, Primpa E, Michailidis C, Avloniti A, Chatzinikolaou A, Barbero-Alvarez JC, Tsoukas D, Douroudos, II, Draganidis D, Leontsini D, Margonis K, Berberidou F, Kambas A. Plyometrics' trainability in preadolescent soccer athletes. *J Strength Cond Res*. 2013; 27(1): 38-49.
- 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. *American Journal of Human Biology* 2013; 25(1): 58-62.
- Moura-dos-Santos MA, Almeida MB, Manhães-de-Castro R, Kartzmartz P, Maia JA, Leandro CG. Birth weight, body composition and motor performance in 7-10 year old children. *Developmental Medicine & Child Neurology* (in press). 2014.
- Research TCIfA. *FITNESSGRAM test administration manual*. 2nd ed Champaign, IL: Human Kinetics. 1999.
- Ricken AX, Savelsbergh GJ, Bennett SJ. Coordinating degrees of freedom during interceptive actions in children. *Experimental brain research*. 2004; 156(4): 415-421.
- Shah S. Plyometric Exercises. *International Journal of Health Sciences and Reserch*. 2012; 2(1): 115-126.
- 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*. 2005; 146(6): 732-737.

Legend to the Figures:

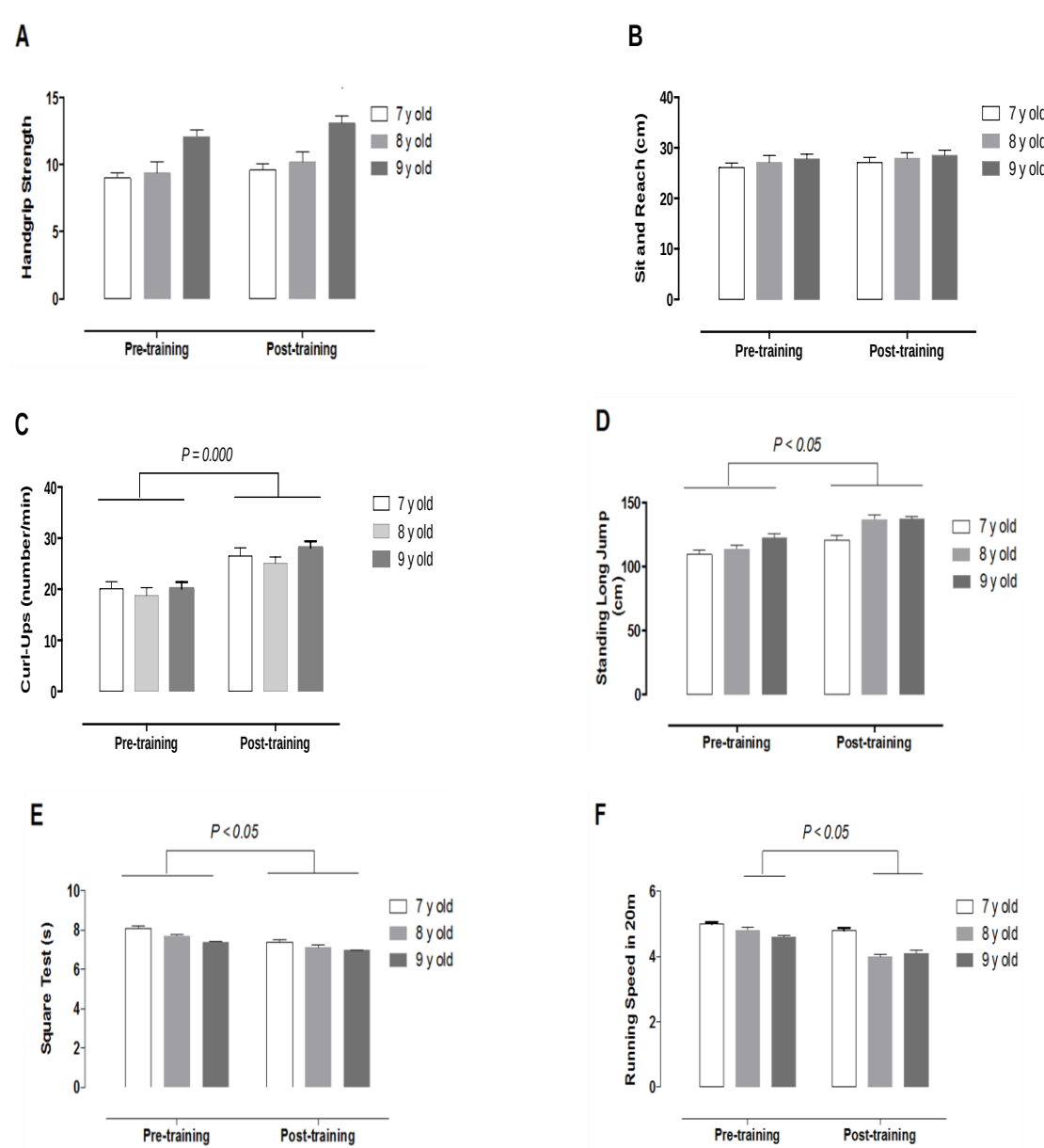


Figure 1: Effects of twelve-weeks of plyometric training on physical fitness test: handgrip strength (A), sit and reach (B), curl ups (C), standing long jump (D), square test (E), running speed in 20 m (F), of school boys divided according to chronological age: trained: 7 y old, $n = 26$; 8 y old, $n = 18$ and 9 y old, $n = 29$; and control: 7 y old, $n = 13$; 8 y old, $n = 19$ and 9 y old, $n = 11$. Values pre and post training are expressed in mean and stand error mean (SEM).

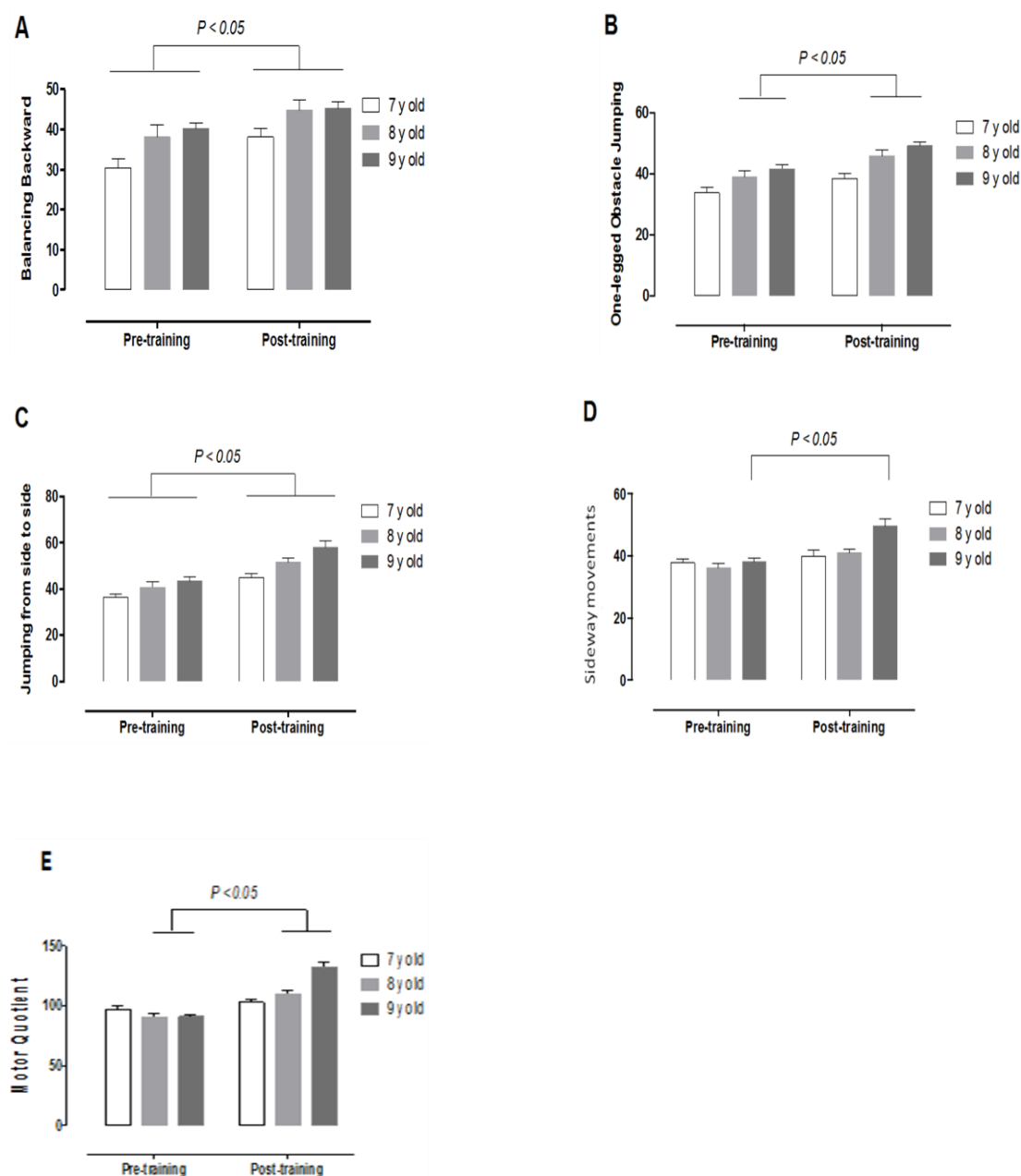


Figure 2: Effects of twelve-weeks of plyometric training on gross motor coordination test: balancing backward (A), one-legged obstacle jumping (B), jumping from side to side (C), side-was movements (D), motor quotient (E) of school boys divided according to chronological age (control = 11 and trained = 7) submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks. Values pre and post training are expressed in mean and stand error mean (SEM).

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 (SJ)	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, 30 and 40 cm)
Decreasing height jump	Jumps alternating between the ground and the platforms with decreasing heights (40, 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, 40, 10, 30cm platforms without touch in the ground
Increasing height jump + SJ	Increased jumps 10, 20, 30 and 40cm, followed by a leap grouped after the fall of 40cm from the platform

Table 2. Description of the protocol of plyometric physical training

Week	Session	Set	Jump per set	Total Number of Jumps	Type of Jumps
1st	1	10	5	50	- Lateral jump - Squat Jump (SJ) - Different height - Increasing height - Decreasing height
	2				
2nd	3	12	5	60	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height - Decreasing height - Increasing height + SJ
	4				
3rd	5	14	5	70	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height - Decreasing height - One-legged jump (left) - One-legged jump (right)
	6				
4th	7	16	5	80	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height - Decreasing height - One-legged jump (left) - One-legged jump (right) - Increasing height + SJ
	8				
5th	9	18	5	90	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height * - Decreasing height - One-legged jump (left) - One-legged jump (right) - Increasing height + SJ
	10				
6th	11	20	5	100	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height * - Decreasing height * - One-legged jump (left) - One-legged jump (right) - Increasing height + SJ
	12				
7th	13	22	5	110	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height * - Decreasing height * - One-legged jump (left) ** - One-legged jump (right) ** - Increasing height + SJ
	14				
8th	15	24	5	120	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height * - Decreasing height * - One-legged jump (left) * - One-legged jump (right) * - Increasing height + SJ
	16				
9th	17				
	18				
10th	19				
	20				
11th	21				
	22				
12th	23				
	24				

* Repeated once ** Repeated twice

Table 3. Descriptive statistic analyzes of 7-9 y old boys submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks. Sample consisted of trained: 7 y old, n= 26; 8 y old, n= 18; and 9 y old, n=29; and control: 7 y old, n= 13; 8 y old, n= 19; and 9 y old, n=11. Data include anthropometry, physical fitness and gross motor coordination. Values are expressed in means and standard error of mean (SEM).

	BASELINE				
	Control		Trained		P-Values
	Mean	SEM	Mean	SEM	
7 years old					
Weight (kg)	23.9	0.95	24.4	0.64	0.692
Height (cm)	123.7	1.8	124.2	1.2	0.812
BMI (k.m ⁻²)	15.6	0.34	15.7	0.24	0.681
Handgrip Strength (kgf)	9.1	0.78	9.0	0.43	0.963
Sit and reach (cm)	27.5	1.0	26.1	0.9	0.350
Curl Ups (n/min)	20.7	1.2	20.3	1.4	0.840
Standing long jump (cm)	112.5	5.5	109.5	3.3	0.580
Square test (s)	7.9	0.14	8.1	0.11	0.347
Running speed in 20m (s)	4.9	0.1	5.0	0.06	0.394
Balancing backwards	33.1	3.4	30.4	2.3	0.530
One-legged obstacle jumping	35.5	3.0	33.7	1.7	0.584
Jumping from side to side	37.1	3.1	36.3	1.6	0.245
Sideway movements	38.0	1.9	37.8	1.2	0.721
Motor quotient (Total Score)	99.1	2.7	97.1	2.3	0.710
8 years old					
Weight (kg)	26.2	0.80	27.0	0.91	0.539
Height (cm)	127.2	1.2	128.4	1.4	0.534
BMI (k.m ⁻²)	16.1	0.34	16.3	0.36	0.780
Handgrip Strength (kgf)	9.8	0.47	9.4	0.82	0.673
Sit and reach (cm)	28.7	1.22	27.1	1.41	0.139
Curl Ups (n/min)	18.7	1.51	18.8	1.52	0.140
Standing long jump (cm)	114.4	3.35	113.6	3.21	0.984
Square test (s)	7.8 ^a	0.10	7.7 ^a	0.10	0.856
Running speed in 20m (s)	4.9	0.01	4.8	0.10	0.314
Balancing backwards	37.5 ^a	2.81	38.1 ^a	3.01	0.666
One-legged obstacle jumping	37.7	1.4	39.1	2.04	0.739
Jumping from side to side	42.6	2.03	40.7	2.33	0.167
Sideway movements	36.6	1.2	36.2	1.3	0.344
Motor quotient (Total Score)	91.5	2.1	90.7	2.9	0.825
9 years old					
Weight (kg)	33.4 ^a	1.66	30.7 ^a	1.01	0.169
Height (cm)	135.8 ^{a,b}	1.61	132.7 ^{a,b}	1.06	0.128
BMI (k.m ⁻²)	18.1 ^{a,b}	0.70	17.9 ^{a,b}	0.52	0.455
Handgrip Strength (kgf)	12.7 ^{a,b}	0.90	12.1 ^{a,b}	0.52	0.587
Sit and reach (cm)	27.1	1.67	27.8	0.98	0.712
Curl Ups (n/min)	19.2	2.0	20.1	1.3	0.264
Standing long jump (cm)	123.4 ^a	4.7	122.4 ^a	3.3	0.524
Square test (s)	7.6 ^a	0.16	7.4 ^a	0.07	0.213
Running speed in 20m (s)	4.6 ^a	0.08	4.6 ^a	0.05	0.774
Balancing backwards	39.4 ^a	2.41	40.1 ^a	1.51	0.275
One-legged obstacle jumping	40.2 ^a	2.11	41.6 ^a	1.36	0.110
Jumping from side to side	43.8	2.70	43.3	1.75	0.885
Sideway movements	39.7	1.9	38.1	1.2	0.188
Motor quotient (Total Score)	89.1	3.1	91.0	1.8	0.552

^a p<0.05 compared to 7 y old and ^b p<0.05 compared to 8 y old by using two-way ANOVA and Bonferroni post-hoc test.

Table 4. Descriptive statistic analyzes of 7-9 y old boys submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks. Sample consisted of trained: 7 y old, n= 26; 8 y old, n= 18; and 9 y old, n=29; and control: 7 y old, n= 13; 8 y old, n= 19; and 9 y old, n=11. Data include anthropometry, physical fitness and gross motor coordination. Values are expressed in means and standard error of mean (SEM).

	POST PLYOMETRIC PHYSICAL TRAINING				
	Control		Trained		
	Mean	SEM	Mean	SEM	P-Values
7 years old					
Weight (kg)	24.0	0.95	25.3	0.68	0.267
Height (cm)	125.1	1.74	126.1	1.12	0.615
BMI (k.m ⁻²)	15.4	0.33	15.8	0.27	0.444
Handgrip Strength (kgf)	9.5	0.89	9.6	0.44	0.881
Sit and reach (cm)	27.1	1.17	27.1	0.99	0.991
Curl Ups (n/min)	23.3	1.84	26.5	1.62	0.015
Standing long jump (cm)	120.7	4.11	120.9	3.41	0.748
Square test (s)	7.9	0.11	7.4	0.11	0.010
Running speed in 20m (s)	4.8	0.09	4.8	0.07	0.527
Balancing backwards	37.3	1.41	38.1	2.09	0.923
One-legged obstacle jumping	38.3	2.43	38.3	1.78	0.990
Jumping from side to side	44.8	2.61	44.9	1.76	0.583
Sideway movements	39.0	1.50	39.9	0.67	0.219
Motor quotient (Total Score)	103.6	2.8	102.9	2.04	0.599
8 years old					
Weight (kg)	26.7	0.85	27.9	0.97	0.337
Height (cm)	128.2	1.2	129.8	1.5	0.418
BMI (k.m ⁻²)	16.4	0.35	16.5	0.39	0.816
Handgrip Strength (kgf)	10.0	0.55	10.2	0.76	0.768
Sit and reach (cm)	27.8	1.35	27.9	1.15	0.639
Curl Ups (n/min)	21.1	1.4	25.1 ^a	1.21	0.046
Standing long jump (cm)	115.1	3.8	136.9 ^a	3.56	0.000
Square test (s)	7.9	0.66	7.1 ^a	0.14	0.050
Running speed in 20m (s)	4.9	0.06	4.0	0.07	0.031
Balancing backwards	39.1	2.35	44.9	2.36	0.015
One-legged obstacle jumping	38.4	1.4	45.8 ^a	1.90	0.004
Jumping from side to side	46.2	1.72	51.5 ^a	1.97	0.035
Sideway movements	40.2	2.71	41.1 ^a	1.19	0.338
Motor quotient (Total Score)	95.1	2.7	109.8	2.60	0.014
9 years old					
Weight (kg)	33.8 ^{a,b}	1.65	31.6 ^{a,b}	0.99	0.257
Height (cm)	137.6 ^{a,b}	1.67	136.6 ^{a,b}	1.06	0.147
BMI (k.m ⁻²)	18.3 ^{a,b}	0.71	17.4 ^a	0.45	0.315
Handgrip Strength (kgf)	14.1 ^{a,b}	1.11	13.1 ^{a,b}	0.54	0.349
Sit and reach (cm)	27.2	1.9	28.5	1.03	0.533
Curl Ups (n/min)	23.4	1.4	28.1 ^{a,b}	1.3	0.032
Standing long jump (cm)	124.7	5.45	137.1 ^{a,b}	2.3	0.019
Square test (s)	7.8	0.15	7.0 ^a	0.01	0.050
Running speed in 20m (s)	4.9	0.11	4.1 ^a	0.10	0.035
Balancing backwards	39.5	3.42	45.3 ^a	1.62	0.006
One-legged obstacle jumping	41.2	2.70	49.1 ^{a,b}	1.33	0.001
Jumping from side to side	51.1	2.73	57.9 ^{a,b}	3.01	0.041
Sideway movements	43.5	2.01	49.7 ^{a,b}	2.31	0.013
Motor quotient (Total Score)	99.9	4.70	132.1	4.11	0.019

^a p<0.05 compared to 7 y old and ^b p<0.05 compared to 8 y old by using two-way ANOVA and Bonferroni post-hoc test.

Title: Plyometric physical training enhances physical fitness and gross motor coordination of 7-9 year old overweight/obese boys

Short-Title: Plyometry and motor performance in children

Authors: Marcelus Brito de Almeida², Gleydson Pereira², Gabriela Neves², Renata Cecília Carneiro², Amanda Alves², Marivânio José da Silva², Raul Manhães-de-Castro¹, Marcos André Moura-dos-Santos^{1,3}, Carol Góis Leandro^{1,2}.

Author's Institutions

¹Department of Nutrition, Federal University of Pernambuco, 50670-901 Recife, PE, Brazil

²Department of Physical Education and Sports Science, CAV, Federal University of Pernambuco, 55608-680 Vitória de Santo Antão, PE, Brazil

³Superior 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 physical 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 = 11) and control group (C, n = 7). The groups were similar in baseline physical characteristics and motor performance (physical fitness and motor coordination). Physical fitness was measured by handgrip strength, muscle endurance, explosive power, flexibility, agility, running speed and estimated maximal oxygen consumption (VO_{2max}). 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, for twelve weeks. There was no

difference in terms of anthropometry and body composition between groups after intervention. Plyometric training improved flexibility (sit and reach test), standing long jump, agility (square test), speed and abdominal strength (curl ups) performance. For gross motor coordination, results, T group should better performance in all tests after plyometric training than control. For control group, these variables was either negative or did not alter. In conclusion, plyometric training is safety and can be used to enhance motor performance of overweight/obese children.

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

List of abbreviations: Body mass index (BMI), fat free mass (FFM), % body fat (%BF), maximal oxygen consumption (VO_{2max}), *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 (Kar et al. 2014). Overweight and obesity in childhood are known to have significant impact on both physical and psychosocial (low self-esteem) health (Brisbois et al. 2012). Several comorbidities are associated with obesity such as diabetes type II, sleep apnea, slipped femoral epiphyses, dyslipidemia, hypertension, chronic inflammation and cardiovascular diseases (Brisbois, Farmer 2012). 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) (Weden et al. 2012).

Obesity and overweight can be defined as an excess of body fat or high values of body mass index (BMI), respectively (Freedman et al. 2007). 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 (Butte et al. 2007) are the most practical tools for clinicians to identify and track overweight and obesity (Freedman, Wang 2007; Freedman et al. 2009). Once overweight/obesity is established during infancy, a primary prevention besides incorporating strategies of behavioral changes, diet management, and physical activity may to be effective to reverse this scenario.

Regular physical activity is associated with positive effects on health and development of children (Strong et al. 2005). 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 (Strong, Malina 2005). However, overweight 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 (Borrud et al. 2014). Even though most of the outcome variables showed significant improvements after the intervention (diet and physical activity), the low adherence for an active life style still remains a serious problem to maintain especially overweight children on a physical training program (Reilly et al. 2006). The underlying mechanism seems to be related the low level of physical fitness and motor coordination that causes demotivation for overweight/obese children to engage in sports and leisure activities (Drenowatz et al. 2014).

Plyometric exercises involve the training of the stretch shortening cycle movements and have been shown to be an effective training to improve sprinting, balance, jumping abilities, speed reaction, muscular strength, vertical jump height and power production (Shah 2012). Plyometrics are used to improve lower body power and increase explosiveness by training the muscle to do more work in a shorter time (McKay & Henschke 2012). This kind of physical training has been used to improve leg stiffness, 10-m sprints and shuttle runs to a greater degree (Chaouachi et al. 2014). For prepubescent boys (11.1 ± 0.5 years old) plyometrics improved the performance in squat jump and running speed (Kotzamanidis 2006). 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 (Johnson et al. 2011). 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 (Faigenbaum et al. 2009). Additionally, there are no previous studies that considered this kind of physical training in 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 children, and to determine if this type of training could be used to improve the gross motor coordination of these children. Our hypothesis is that plyometric training is safety and efficient to improve motor skills of overweight/obese children.

MATERIAL AND METHODS

Participants

Eighteen 7-9 years old overweight/obese schoolboys were invited to participate in the study. Written informed consent from parents or legal guardians was a criterion for the inclusion of each child in the study. To include overweight/obese children, 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 World Health Organization (WHO) growth standards in preschool children and WHO growth reference curves (Butte, Garza

2007). 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 = 11) and control group (C, n = 7). The groups were similar in age (T, 7.5 ± 0.15 ; and C, 7.8 ± 0.14) and baseline physical characteristics. All study procedures took place at a school facility. 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 (Lohman & Going 2006). The body mass index (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 (Lohman & Going 2006). The percent body fat (BF %), fat mass (kg) and fat-free mass (FFM, kg) were estimated using Lohman & Going's formulas (Lohman & Going 2006).

Physical fitness

Physical fitness was assessed according to FITNESSGRAM (Research 1999) and EUROFIT (EUROFIT 1988) standardized test batteries. For the present report the chosen tests were: (1) handgrip strength (measured independently in each hand) using a handgrip dynamometer (Saehan, Flintville, USA); (2) standing long jump (a measure of the explosive power of the lower limbs); (3) curl-ups (as an indicator of dynamic muscle endurance of abdominal muscles); (4) sit-and-reach as a measure of flexibility; (5) aerobic fitness (1-mile run/walk test) as a putative indicator of relative maximal oxygen consumption, where time to run the distance was transformed to $\text{VO}_{2\text{max}}$ ($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) using the regression equations from a previous study (Cureton et al. 1995); (6) square test as a measure of agility (complete a weaving running course [4x4 meter square] in the shortest possible time); (7) and a 20-meter dash run (to evaluate running speed in the shortest possible time).

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) (Kiphard & Schilling 1974), and has been widely used in Brazil. The KTK includes the assessment of the following items: (1) balance – child walks backward on a balance beam 3 m in length, but of decreasing widths: 6 cm, 4.5 cm, 3 cm; (2) 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; (3)

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 (4) 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 daily 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 plyometrics 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 details of each kind of jump are described 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. A summary of the plyometric exercise program is outlined in Table 2.

Statistical analysis

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. All analyses were carried out using SPSS version 17.0 (SPSS, Inc. Chicago, IL) and statistical significance was set at $p < 0.05$.

RESULTS

At baseline, control and trained groups did not differ in any anthropometric, body composition, physical fitness and motor coordination variables (Table 3). Trained group attended all training sessions and there were no damages resulting from training program. After the period of twelve weeks, intragroup analysis (baseline and post-training) showed that both groups presented gain in body height and sitting height, and only trained group showed a light increase in fat free mass (baseline vs post-training). Control group showed difference in running speed, one-legged obstacle jumping and KTK total score. On the other hand, trained children showed improvements in the performance of all physical fitness tests and gross motor coordination, except handgrip strength and time in the mile test (Table 3).

Inter-group (control vs trained) analysis after plyometric training intervention showed that there was no difference in terms of anthropometry and body composition. For physical fitness, trained group showed a better performance in the standing long jump test, running speed and square test than control group. For gross motor coordination, trained group showed a better performance in all variables than control. Motor quotient of both groups was initially classified as “moderate motor disorder”, but after plyometric training, T group got normal score (Table 3).

Individual variations (Δ) in each physical fitness test for both groups are shown in Figure 1. Plyometric training improved flexibility (sit and reach test), standing long jump, agility (square test), speed and abdominal strength (curl ups). For control group, these variables were either negative or did not alter. 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).

DISCUSSION

In the present study, we described the effects of twelve weeks of plyometric training on the anthropometry and body composition as well as physical fitness and gross motor coordination of 7 to 9 years old overweight/obese children. Aligned to previous studies, we found no significant effect of this intervention on anthropometric and body composition variables (Johnson, Salzberg 2011; Kotzamanidis 2006; McKay & Henschke 2012). Our intervention was intended to enhance physical fitness and gross motor coordination. Indeed, overweight/obese children submitted to this protocol of physical training showed improvements in the performance of all physical fitness tests (flexibility, agility, abdominal strength and running speed) and gross motor coordination. Interventions that have focused intensively on improve physical skills and the participation in sports and leisure activities can be generally most favorable to get success for children (DiNapoli & Lewis 2008). Thus, overweight/obese children can 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 (Kar, Dube 2014). Our results add consistently to the evidence base on primary intervention to improve childhood motor performance.

As expected from plyometric training, we observed no significant changes in body composition with the intervention. However, the augmentation in body height and sitting height can be related to a normal growth that is dependent on age once 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] (Chaouachi, Othman 2014; Johnson, Salzberg 2011; Kotzamanidis 2006). This type of exercise is predominantly anaerobic that can be confirmed by the lack of improvement in the estimated VO_{2max} and mile test. For overweight/obese children, this kind of physical training is not effective to reduce adiposity, but it can improve the resting metabolic rate by increasing the fat free mass (Mota et al. 2002).

Supported by previous studies, plyometric training improved standing long jump, flexibility, agility, abdominal strength and running speed (Johnson, Salzberg 2011; Kotzamanidis 2006). Because the high intensity eccentric contraction after a rapid concentric contraction, the improvements in the performance can be more related to biomechanical parameters such as maximal isometric voluntary force, contractile and elastic musculoskeletal properties, musculo-tendinous stiffness and rate of torque development in the quadriceps of children (Grosset et al. 2009). It seems 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. For the first time, these results are shown for overweight/obese school-age boys. Our findings suggest that high velocity plyometrics 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 either handgrip strength or 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 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 (Kotzamanidis 2006). 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 20% of the benefit for physical fitness and around 50% for gross motor coordination in response to the intervention. Lateral plyometric jumps and squat jump can improve overall hip, knee and ankle joint stability (Johnson, Salzberg 2011). 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 (42.7%), one-legged obstacle jumping (59.3%) and jumping from side to side (53.2%) 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 include: 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.

Conclusions

Although there no effects of plyometric training to reduce adiposity or body weight in obese children, an emphasis on the improvements of motor performance during childhood, refined physical fitness components and motor coordination acquisition was seen in response to twelve weeks of plyometric 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.

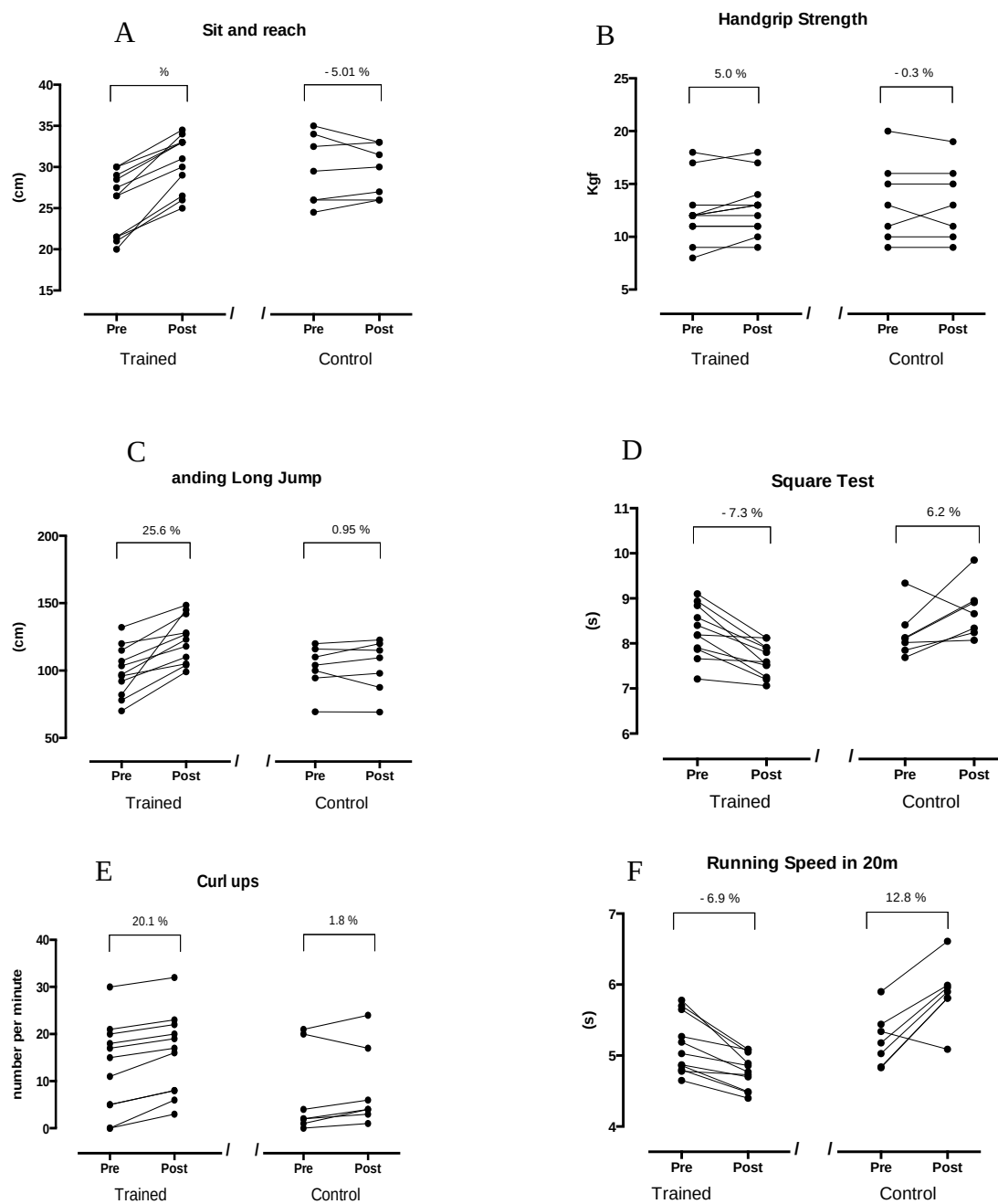
REFERENCES

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 and health statistics Series 2, Data evaluation and methods research. 2014(163): 1-24.
- Brisbois TD, Farmer AP, McCargar LJ. Early markers of adult obesity: a review. *Obes Rev*. 2012; 13(4): 347-367.
- Butte NF, Garza C, de Onis M. Evaluation of the feasibility of international growth standards for school-aged children and adolescents. *J Nutr*. 2007; 137(1): 153-157.
- 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*. 2014; 28(2): 401-412.
- 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 Exerc*. 1995; 27(3): 445-451.
- DiNapoli PP, Lewis JB. Understanding school-age obesity: through participatory action research. *MCN The American journal of maternal child nursing*. 2008; 33(2): 104-110.
- 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*. 2014; 14(1): 100-105.
- EUROFIT. Handbook for the EUROFIT tests of physical fitness. Rome: Council of Europe Committee for the Development of Sport. 1988.
- 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*. 2009; 23(5 Suppl): S60-79.
- 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*. 2007; 34(2): 183-194.
- 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*. 2009; 163(9): 805-811.
- 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*. 2009; 105(1): 131-139.

- Johnson BA, Salzberg CL, Stevenson DA. A systematic review: plyometric training programs for young children. *J Strength Cond Res*. 2011; 25(9): 2623-2633.
- Kar SS, Dube R, Kar SS. Childhood obesity-an insight into preventive strategies. *Avicenna journal of medicine*. 2014; 4(4): 88-93.
- Kiphard EJ, Schilling F. *Korper-koordinations-test fur kinder*. Ktk.Manual. Weiheim: Beltz Test GmbH. 1974.
- Kotzamanidis C. Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *J Strength Cond Res*. 2006; 20(2): 441-445.
- Lohman TG, Going SB. Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food Nutr Bull*. 2006; 27(4 Suppl Growth Standard): S314-325.
- McKay D, Henschke N. Plyometric training programmes improve motor performance in prepubertal children. *British journal of sports medicine*. 2012; 46(10): 727-728.
- Mota J, Guerra S, Leandro C, Pinto A, Ribeiro JC, Duarte JA. Association of maturation, sex, and body fat in cardiorespiratory fitness. *American journal of human biology* 2002; 14(6): 707-712.
- 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*. 2006; 333(7577): 1041.
- Research TCIfA. *FITNESSGRAM test administration manual*. 2nd ed Champaign, IL: Human Kinetics. 1999.
- Shah S. Plyometric Exercises. *International Journal of Health Sciences and Reserch*. 2012; 2(1): 115-126.
- 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*. 2005; 146(6): 732-737.
- 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*. 2012; 102(11): 2057-2067.

Legend to the Figures:



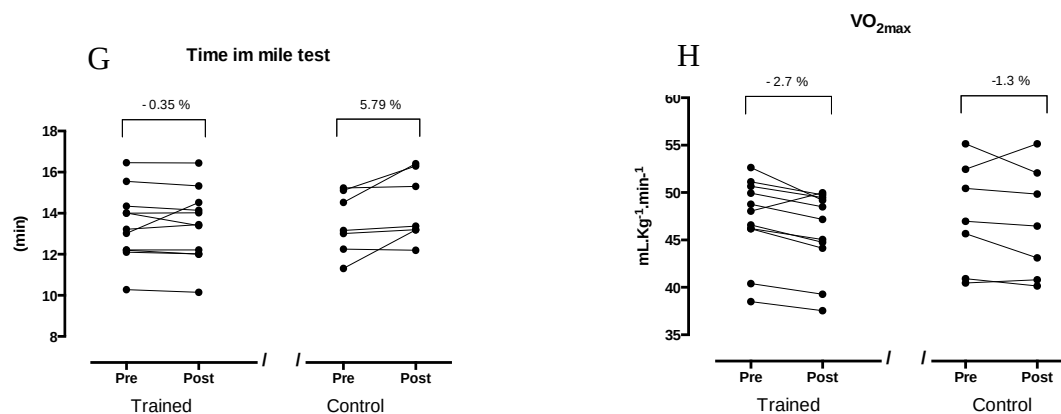
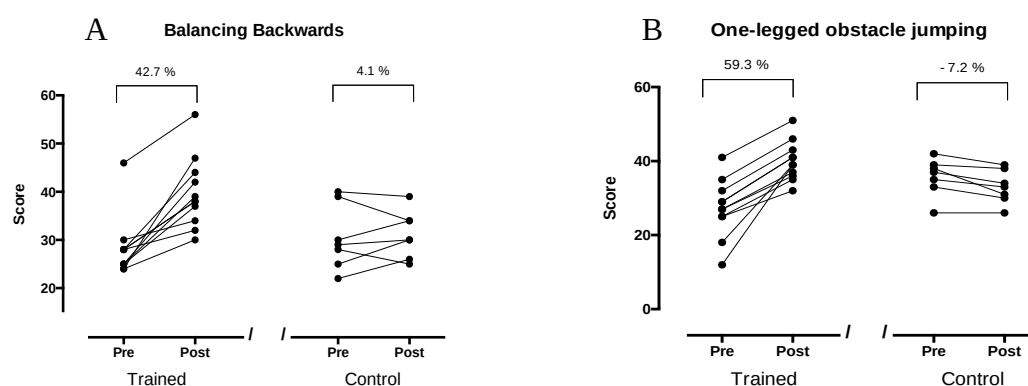


Figure 1: Variation of the performance in each physical fitness test: sit and reach (A), handgrip strength (B), standing long jump (C), square test (agility, D), running speed in 20m (E), curl up (abdominal strength, F), time in the mile test (G), estimated VO₂max (H) of overweight/obese 7 -9 years old children (control = 11 and trained = 7) submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks. Values are individually expressed and the percentage of variation between pre and post intervention.



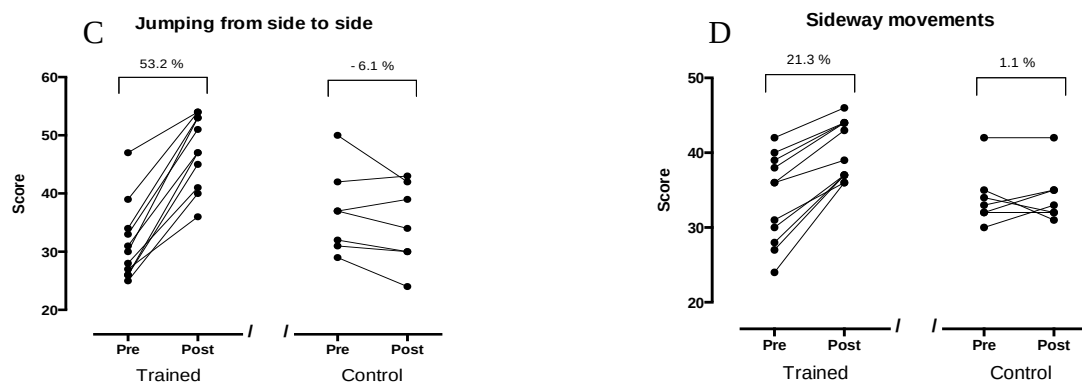


Figure 2: Variation of the performance in each gross motor coordination test: balancing backwards (A), one-legged obstacle jumping (B), jumping from side to side (C) and sideway movements (D) of overweight/obese 7 -9 years old children (control = 7 and trained = 11) submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks. Values are individually expressed and the percentage of variation between pre and post intervention.

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 (SJ)	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, 30, 30 and 40 cm)
Decreasing height jump	Jumps alternating between the ground and the platforms with decreasing heights (40, 30, 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, 40, 10, 30cm platforms without touch in the ground
Increasing height jump + SJ	Increased jumps 10, 20, 30 and 40cm, followed by a leap grouped after the fall of 40cm from the platform

Table 2. Description of the protocol of plyometric physical training

Week	Session	Set	Jump per set	Total Number of Jumps	Type of Jumps
1st	1	10	5	50	- Lateral jump - Squat Jump (SJ) - Different height - Increasing height - Decreasing height
	2				
2nd	3	12	5	60	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height - Decreasing height - Increasing height + SJ
	4				
3rd	5	14	5	70	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height - Decreasing height - One-legged jump (left) - One-legged jump (right)
	6				
4th	7	16	5	80	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height - Decreasing height - One-legged jump (left) - One-legged jump (right) - Increasing height + SJ
	8				
5th	9	18	5	90	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height * - Decreasing height - One-legged jump (left) - One-legged jump (right) - Increasing height + SJ
	10				
6th	11	20	5	100	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height * - Decreasing height * - One-legged jump (left) - One-legged jump (right) - Increasing height + SJ
	12				
7th	13	22	5	110	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height * - Decreasing height * - One-legged jump (left) ** - One-legged jump (right) ** - Increasing height + SJ
	14				
8th	15	24	5	120	- Lateral jump - SJ - Different height - Increasing height * - Decreasing height * - One-legged jump (left) * - One-legged jump (right) * - Increasing height + SJ
	16				
9th	17				
	18				
10th	19				
	20				
11th	21				
	22				
12th	23				
	24				

* Repeated once ** Repeated twice

Table 3. Descriptive statistic analyzes of overweight/obese 7 -9 years old children (control = 7 and trained = 11) submitted to a program of plyometric physical training during twelve weeks. Data include anthropometry and body composition, physical fitness and gross motor coordination. Values are expressed in means and standard error of mean (SEM).

	Baseline					Post-training						
	Control (n = 7)		Trained (n =11)		P -value	Control (n = 7)		Trained (n =11)		P -value	Δ (Control)	Δ (Trained)
	Mean	EPM	Mean	EPM		Mean	EPM	Mean	EPM			
Antropometry and Body Composition												
Weight (Kg)	42.3	2.2	41.5	1.8	0.669	43.6	1.9	41.1	1.8	0.631	1.3	0.4
Height (cm)	133.2	2.6	132.9	1.4	0.906	134.8*	2.7	134.0*	1.4	0.810	1.6	1.1
BMI (Kg·m ⁻²)	24.7	1.6	24.4	0.6	0.653	23.9	1.6	24.1	0.7	0.647	-0.8	0.3
Sitting Height (cm)	71.7	1.1	71.0	1.2	0.647	72.6*	1.0	72.0*	1.1	0.681	0.9	1.0
Body Fatness (%)	30.0	0.9	29.7	0.7	0.710	29.6	0.7	29.7	0.4	0.930	-0.4	0.0
Fat Mass (kg)	12.5	1.3	12.1	0.6	0.767	12.9	1.4	12.2	0.7	0.684	0.4	0.1
Fat Free Mass (kg)	29.7	2.9	28.1	1.2	0.635	30.6	3.1	28.8*	1.2	0.615	0.9	0.7
Tricipital SKF (mm)†	22.8	1.4	21.7	0.6	0.510	23.6	1.6	22.0	0.9	0.443	0.8	0.3
Subscapular SKF (mm)†	22.0	1.0	21.3	0.9	0.635	21.5	0.7	21.6	0.8	0.906	-0.5	0.3
Σ SKF (Triceps + Subscapular) [mm]†	43.0	1.2	44.8	2.2	0.447	45.1	2.3	43.7	1.3	0.606	2.1	-1.1
Physical fitness												
Handgrip Strength (kgf)	13.4	1.4	12.2	0.9	0.515	13.3	1.3	12.5	0.8	0.655	-0.1	0.3
Standing Long Jump (cm)	101.9	6.3	99.3	5.6	0.759	103.1	7.3	122.6*	5.2	0.040	1.2	23.3
Sit and Reach (cm)	29.6	1.6	25.6	1.1	0.067	29.5	1.1	30.4*	1.0	0.554	-0.1	4.8
Curl-ups (n/min)	8.1	3.4	12	3.1	0.320	8.4	3.2	15.8*	2.6	0.101	0.3	3.8
Running speed in 20m (s)	5.1	0.1	5.2	0.1	0.681	5.8*	0.1	4.7*	0.1	0.000	0.7	-0.5
Square test (s)	8.2	0.2	8.2	0.1	0.888	8.7	0.2	7.6*	0.1	0.002	0.5	-0.6
Time in the mile test (min)	13.5	0.5	13.3	0.5	0.883	14.2	0.6	13.3	0.5	0.266	0.7	0.0
VO ₂ max (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	47.4	2.1	47.1	1.3	0.921	47.9	1.8	45.9*	1.2	0.388	0.5	-1.2
Gross Motor Coordination												
Balancing backwards	30.4	2.5	29.5	2.5	0.125	32.1	2.0	39.7*	2.2	0.023	1.7	10.2
One-legged obstacle jumping	35.7	1.9	37.2	2.3	0.140	33.0*	1.7	40.0*	1.6	0.013	-2.7	2.8
Jumping from side to side	34.0	1.4	33.7	1.8	0.908	34.8	1.5	40.3*	1.1	0.011	0.8	6.6
Sideway movements	36.8	2.7	34.4	2.0	0.139	34.6	2.6	47.4*	1.8	0.002	-2.2	13
Motor quociente (Total Score)	83.0	3.4	79.6	2.0	0.421	83.8	4.1	101.3*	1.3	0.020	8.8	21.7

† 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 into each group. Variation (Δ) of baseline and pos values into each group (Δ = Post – Baseline).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da vida, as pessoas realizam movimentos no seu dia a dia como saltos, giros, quedas, chutes, lançamentos e arremessos sem dar conta que estão praticando a pliometria ou o Ciclo Alongamento-Encurtamento (CAE).

Durante décadas os saltos foram vistos como o causador de alguns tipos de lesões que afetam principalmente as articulações do joelho de crianças, jovens e adultos. Talvez, por isso, atualmente a pliometria seja encarada com alguma ressalva por boa parte dos profissionais de Educação Física, na maioria das vezes por desconhecimento dos riscos e benefícios que a mesma pode trazer. Entretanto, estudos recentes mostram resultados positivos do uso de treinos com saltos em crianças pré-púberes.

Em nosso estudo, que teve duração de 12 semanas, nenhuma das crianças submetidas ao protocolo se queixou de dores articulares ou musculares ou qualquer outro tipo de inconveniente pela participação no programa de treinos antes ou após a execução dos saltos.

No segundo artigo, com crianças com sobrepeso/obesidade, os resultados obtidos em três meses de treino, fortalece a ideia dos benefícios da pliometria tanto para crianças saudáveis como aquelas que possuem algum distúrbio neuromotor.

De uma forma geral, o TP pode e deve ser usado nas escolas municipais e estaduais, com crianças pré-púberes por ser de fácil realização, dispendir pouco tempo em cada sessão e necessitar de pouco espaço. E, ainda, por ser atrativo considerando que muitas vezes é encarado como uma brincadeira pelos praticantes, aliado ao fato de dispensar o uso de equipamentos caros e produzir grandes benefícios em curto prazo.

Para o treino pliométrico dos membros inferiores, as caixas ou plintos podem ser confeccionados com materiais reciclados. No entanto, os saltos também podem ser realizados sem qualquer tipo de material, sendo apenas necessário um piso macio como grama ou areia. Quanto aos membros superiores, o trabalho pode ser realizado arremessando-se pedras ou objetos.

Dessa forma, é importante que a pliometria seja difundida no âmbito dos cursos de Educação Física visando conscientizar os futuros profissionais para que compreendam as bases fisiológicas e biomecânicas e assim, divulguem o método por meio da prática regular. No entanto, estudos longitudinais com TP devem ser realizados para comprovar não só os benefícios, mas, e principalmente, que os mesmos não trazem consequências deletérias a médio e longo prazos, quando praticado com frequência por essa população.

Por outro lado, precisamos considerar o momento adequado de início do treino físico na infância e mecanismos devem ser propostos, como a criação e implantação de um programa de treino pliométrico para as crianças pré-púberes das escolas municipais, respeitando a plasticidade neuromotora, para potencializar as habilidades e capacidades individuais. Além do mais, o uso de acelerômetros para avaliar o nível de atividade física habitual e entender os diferentes resultados entre as crianças eutróficas e as crianças com sobrepeso/obesidade, aumentar o número de participantes do segundo grupo e usar o treino aeróbico simultaneamente ao TP.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- Basso, L. and I. Marques (1999). "Análise do comportamento coletivo dos componentes nos padrões fundamentais de movimento: reflexões iniciais." Revista Paulista de Ed. Física **6 (2)**: 2-8.
- Benefice, E., T. Fouere, et al. (1999). "Early nutritional history and motor performance of Senegalese children, 4-6 years of age." Ann Hum Biol **26(5)**: 443-455.
- 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 and health statistics Series 2, Data evaluation and methods research. 2014(163): 1-24.
- Brisbois TD, Farmer AP, McCargar LJ. Early markers of adult obesity: a review. *Obes Rev*. 2012; 13(4): 347-367.
- Butte NF, Garza C, de Onis M. Evaluation of the feasibility of international growth standards for school-aged children and adolescents. *J Nutr*. 2007; 137(1): 153-157.
- Bueno, J. M. (1998). "Psicomotricidade Teoria & Prática: estimulação, educação e reeducação psicomotora com atividades aquáticas." Lovise-São Paulo(São Paulo).
- Beunen, G., M. Ostyn, et al. (1997). "Development and tracking in fitness components: Leuven longitudinal study on lifestyle, fitness and health." Int J Sports Med **18 Suppl 3**: S171-178.
- Carnethon, M. R., M. Gulati, et al. (2005). "Prevalence and cardiovascular disease correlates of low cardiorespiratory fitness in adolescents and adults." JAMA **294(23)**: 2981-2988.
- Carvalho A, Mourao P, Abade E. Effects of Strength Training Combined with Specific Plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players: a case study. *Journal of human kinetics*. 2014; 41: 125-132.
- Catenassi, Marques, et al. (2007). "Relationship between body mass index and gross motor skill in four to six year-old children" Revista Brasileira de Medicina do Esporte **13**: 203-206.
- Chaouachi, A., R. Hammami, et al. (2013). "Olympic weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements than traditional resistance training." J Strength Cond Res.
- 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*. 2014; 28(2): 401-412.
- 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 Exerc*. 1995; 27(3): 445-451.
- de Villarreal, E. S., E. Kellis, et al. (2009). "Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis." J Strength Cond Res **23(2)**: 495-506.

- Diallo, O., E. Dore, et al. (2001). "Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players." J Sports Med Phys Fitness **41**(3): 342-348.
- DiNapoli PP, Lewis JB. Understanding school-age obesity: through participatory action research. MCN The American journal of maternal child nursing. 2008; 33(2): 104-110.
- DiStefano, L. J., D. A. Padua, et al. (2010). "Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children." J Strength Cond Res **24**(2): 332-342.
- 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. 2014; 14(1): 100-105.
- Duke, J. H., M.; Heitzler, C. (2003). "Physical Activity Levels Among Children Aged 9-13 Years— United States, 2002." Morbidity and Mortality Weekly Report **290-10**: 1308-1309.
- EUROFIT. Handbook for the EUROFIT tests of physical fitness. Rome: Council of Europe Committee for the Development of Sport. 1988.
- Faigenbaum, A. D., W. J. Kraemer, et al. (2009). "Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association." J Strength Cond Res **23**(5 Suppl): S60-79.
- Faigenbaum, A. D. F., Anne C.; Radler, Tracy; Zbojovsky, Dan; Chu, Donald A.; Ratamess, Nicholas A.; Kang, Jie; Hoffman, Jay R. (2009). "'Plyo Play': A Novel Program of Short Bouts of Moderate and High Intensity Exercise Improves Physical Fitness in Elementary School Children." The Physical educator **66**: 37-44.
- Faigenbaum, A. D. M., G. D. (2010). "Pediatric resistance training: benefits, concerns, and program design considerations." Currente Sports Medicine Reports **9**(3): 161-168.
- Fischman MG, Moore JB, Steele KH. Children's one-hand catching as a function of age, gender, and ball location. Research quarterly for exercise and sport. 1992; 63(4): 349-355.
- 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. 2007; 34(2): 183-194.
- 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. 2009; 163(9): 805-811.
- Foran, B. (2001). "High Performance Sports Conditioning: modern training for ultimate athletic development." Human Kinetics: Champaign, IL: 140-141.
- Gallahue, D. L. and J. C. Ozmun (2003). "Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos." Phorte Editora **1 ed.**: 641.
- Grosser, M. (1991). "Schnelligkeitstraining. Grundlagen, Methoden, Leistungssteuerung, Programme." BVL Verlagsges., München.
- Grosset JF, Piscione J, Lambert D, Perot C. Paired changes in electromechanical delay and musculo-tendinous stiffness after endurance or plyometric training. Eur J Appl Physiol. 2009; 105(1): 131-139.

- Gunter, K., A. D. Baxter-Jones, et al. (2008). "Jump starting skeletal health: a 4-year longitudinal study assessing the effects of jumping on skeletal development in pre and circum pubertal children." Bone **42**(4): 710-718.
- Hadders-Algra, M. (2001). "Early brain damage and the development of motor behavior in children: clues for therapeutic intervention?" Neural Plast **8**(1-2): 31-49.
- Haywood, K. M. and N. Getchell (2004). "Desenvolvimento motor ao longo da vida." ARTMED **3^a ed. Porto Alegre**: 344.
- Haywood, K. M. G., N. (2004). "Desenvolvimento motor ao longo da vida." Artmed [S.I.] **3 ed. Porto Alegre**: 344.
- Hochberg, Z., R. Feil, et al. (2011). "Child health, developmental plasticity, and epigenetic programming." Endocr Rev **32**(2): 159-224.
- Jafari, M., V. Zolaktaf, et al. (2013). "Determination of the best pre-jump height for improvement of two-legged vertical jump." Int J Prev Med **4**(Suppl 1): S104-109.
- Johnson, B. A., C. L. Salzberg, et al. (2011). "A systematic review: plyometric training programs for young children." J Strength Cond Res **25**(9): 2623-2633.
- Kar SS, Dube R, Kar SS. Childhood obesity-an insight into preventive strategies. Avicenna journal of medicine. 2014; **4**(4): 88-93.
- Keiner, M., A. Sander, et al. (2013). "Is there a difference between active and less active children and adolescents in jump performance?" J Strength Cond Res **27**(6): 1591-1596.
- Keiner, M. S., A. Wirth, K. Schmidtbleicher, D. (2013). "The impact of 2-year of additional athletic training on the jump performance of young athletes." Science & Sports **279**: 1-7.
- Kiphard, E. J. and F. Schilling (1970). "[The Hamm-Marburg body control test for children]." Monatsschr Kinderheilkd **118**(8): 473-479.
- Komi, P. V. (2000). "Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle." J Biomech **33**(10): 1197-1206.
- Konczak J, Jansen-Osmann P, Kalveram KT. Development of force adaptation during childhood. Journal of motor behavior. 2003; **35**(1): 41-52.
- Kopp B. A simple hypothesis of executive function. Frontiers in human neuroscience. 2012; **6**: 159.
- Kotzamanidis, C. (2006). "Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys." J Strength Cond Res **20**(2): 441-445.
- Lambert J, Bard C. Acquisition of visuomanual skills and improvement of information processing capacities in 6- to 10-year-old children performing a 2D pointing task. Neurosci Lett. 2005; **377**(1): 1-6.
- Landry BW, Driscoll SW. Physical activity in children and adolescents. PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation. 2012; **4**(11): 826-832.
- Largo, R. H., J. E. Fischer, et al. (2003). "Neuromotor development from kindergarten age to adolescence: developmental course and variability." Swiss Med Wkly **133**(13-14): 193-199.
- Lohman TG, Going SB. Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. Food Nutr Bull. 2006; **27**(4 Suppl Growth Standard): S314-325.

- Lopes, V. P. R., et al. (2010). "Motor coordination as predictor of physical activity in childhood." Scand J Med Sci Sports **21**(5): 663-669.
- Lloyd, R. S., J. L. Oliver, et al. (2011). "The influence of chronological age on periods of accelerated adaptation of stretch-shortening cycle performance in pre and postpubescent boys." The Journal of Strength & Conditioning Research **25**(7): 1889-1897.
- Lukaski, H. C. (1987). "Methods for the assessment of human body composition: traditional and new." Am J Clin Nutr **46**(4): 537-556.
- Maia, J. A. R. and V. P. Lopes (2001). "Desenvolvimento Motor. Notas breves sobre o estado de conhecimento e propostas de pesquisa." Revista Portuguesa de Ciências do Desporto **1** (1): 65-72.
- Malina, R. (2004). "Motor Development during Infancy and Early Childhood: Overview and Suggested Directions for Research." International Journal of Sport and Health Science **2**: 50-66.
- Malina, R. M. (2006). "Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review." Clin J Sport Med **16**(6): 478-487.
- Makaruk H, Czaplicki A, Sacewicz T, Sadowski J. The effects of single versus repeated plyometrics on landing biomechanics and jumping performance in men. *Biology of sport / Institute of Sport*. 2014; 31(1): 9-14.
- Markovic, G., I. Jukic, et al. (2007). "Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance." J Strength Cond Res **21**(2): 543-549.
- Markovic, G. and P. Mikulic (2010). "Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training." Sports Med **40**(10): 859-895.
- Mastrangelo, M. A., E. C. Chaloupka, et al. (2008). "Cardiovascular fitness in obese versus nonobese 8-11-year-old boys and girls." Res Q Exerc Sport **79**(3): 356-362.
- McKay, D. and N. Henschke (2012). "Plyometric training programmes improve motor performance in prepubertal children." Br J Sports Med **46**(10): 727-728.
- Meylan, C. and D. Malatesta (2009). "Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players." J Strength Cond Res **23**(9): 2605-2613.
- Miranda, L. C., R. Resegue, et al. (2003). "a criança e o adolescente com problemas do desenvolvimento no ambulatório de pediatria." Jornal Pediatrico **79**(1): s33-42.
- Michailidis, Y., I. G. Fatouros, et al. (2013). "Plyometrics' trainability in preadolescent soccer athletes." J Strength Cond Res **27**(1): 38-49.
- Mota J, Guerra S, Leandro C, Pinto A, Ribeiro JC, Duarte JA. Association of maturation, sex, and body fat in cardiorespiratory fitness. *American journal of human biology* 2002; 14(6): 707-712.
- Moura-Dos-Santos, M., J. Wellington-Barros, et al. (2013). "Permanent deficits in handgrip strength and running speed performance in low birth weight children." Am J Hum Biol **25**(1): 58-62.
- Moura-dos-Santos MA, Almeida MB, Manhães-de-Castro R, Kartzmartz P, Maia JA, Leandro CG. Birth weight, body composition and motor performance in 7-10 year old children. *Developmental Medicine & Child Neurology* (in press). 2014.
- Papalia, D. E. and S. W. Olds (2000). "Desenvolvimento Humano." Artmed **7a ed.**(Porto Alegre).

- Rizzo, N. S., J. R. Ruiz, et al. (2007). "Relationship of physical activity, fitness, and fatness with clustered metabolic risk in children and adolescents: the European youth heart study." J Pediatr **150**(4): 388-394.
- Saez de Villarreal, E., B. Requena, et al. (2012). "The effects of plyometric training on sprint performance: a meta-analysis." J Strength Cond Res **26**(2): 575-584.
- Shah, S. (2012). "Plyometric Exercises." International Journal of Health Sciences and Reserch **2**(1): 115-126.
- Silva, P. L. S., D. C. (2006). "Influências de práticas maternas no desenvolvimento motor de lactentes do 6 ao 12 meses de vida." Revista Brasileira de Fisioterapia **10-2**: 225-231.
- NHI (1996). "Physical activity and cardiovascular health. NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health." JAMA **276**(3): 241-246.
- Ramsay, J. A., C. J. Blimkie, et al. (1990). "Strength training effects in prepubescent boys." Med Sci Sports Exerc **22**(5): 605-614.
- 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. 2006; 333(7577): 1041.
- Research TCIfA. FITNESSGRAM test administration manual. 2nd ed Champaign, IL: Human Kinetics. 1999.
- Ricken AX, Savelsbergh GJ, Bennett SJ. Coordinating degrees of freedom during interceptive actions in children. Experimental brain research. 2004; 156(4): 415-421.
- Safrit, M. J., C. L. Stamm, et al. (1977). "Effect of environment and order of testing on performance of a motor task." Res Q **48**(2): 376-381.
- Saez de Villarreal, E. R., B.; Newton, R. U. (2010). "Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis." Jounal Sceince and Medicine in Sport **13**: 513-522.
- Sedano, S., A. Matheu, et al. (2011). "Effects of plyometric training on explosive strength, acceleration capacity and kicking speed in young elite soccer players." J Sports Med Phys Fitness **51**(1): 50-58.
- Shah, S. (2012). "Plyometric Exercises." International Journal of Health Sciences and Reserch **2**(1): 115-126.
- Sheppard, J. M. and W. B. Young (2006). "Agility literature review: classifications, training and testing." J Sports Sci **24**(9): 919-932.
- Skurvydas, A., M. Brazaitis, et al. (2010). "The effect of plyometric training on central and peripheral fatigue in boys." Int J Sports Med **31**(7): 451-457.
- Sohnlein, Q., E. Muller, et al. (2014). "The effect of 16 weeks plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players." J Strength Cond Res.
- Stabelini Neto, A., J. E. Sasaki, et al. (2011). "Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents: a cross-sectional study." BMC public health **11**: 674.
- Stabelini Neto, A., J. E. Sasaki, et al. (2011). "Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents: a cross-sectional study." BMC Public Health **11**: 674.

- 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*. 2005; 146(6): 732-737.
- Vissing, K., M. Brink, et al. (2008). "Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men." *J Strength Cond Res* **22**(6): 1799-1810.
- Voelzke, M., N. Stutzig, et al. (2012). "Promoting lower extremity strength in elite volleyball players: effects of two combined training methods." *J Sci Med Sport* **15**(5): 457-462.
- 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*. 2012; 102(11): 2057-2067.
- Wilder, R. P., J. A. Greene, et al. (2006). "Physical fitness assessment: an update." *J Long Term Eff Med Implants* **16**(2): 193-204.

ANEXOS

- I- Parecer consubstanciado do Comitê de Ética – CCS/UFPE
- II- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- III- Carta de anuência da Secretaria de Educação de Vitória de Santo Antão
- IV- Ficha de avaliação antropométrica
- V- Ficha de avaliação da aptidão física relacionada a saúde
- VI- Ficha de valiação do KTK
- VII- Tabela A1 – Trave de equilíbrio
- VIII- Tabela A2 – Saltos monopedais
- IX- Tabela A4 – Saltos laterais
- X- Tabela A6 – Transferência na plataforma
- XI- Tabela A7 – Somatória de QML – QM4
- XII- Tabela A9 – Classificação do KTK
- XIII- Declaração da Revista Neurobiologia de aceite do artigo de revisão

Anexo I

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE

Benefícios:

Tratar-se de um estudo para a melhoria dos padrões no desenvolvimento neuromotor e a melhora da força e velocidade em crianças. Os benefícios podem ser a utilização deste método para a recuperação de crianças com baixos índices das capacidades físicas de coordenação, força e velocidade.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de pesquisa para tese de doutoramento com a hipótese de que um programa de intervenção com treinamento pliométrico reverte eventuais efeitos deletérios do baixo peso ao nascer sobre o desenvolvimento neuromotor em crianças. A Metodologia está bem delineada atendendo a proposta do estudo. No entanto, o pesquisador precisa definir com mais clareza onde será feito o recrutamento das crianças: escolas municipais (ver cronograma e carta de anuência) ou projeto Crescer com Saúde.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

As pendências foram atendidas.

Recomendações:

Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências foram cumpridas.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O Colegiado aprova o parecer do protocolo em questão e o pesquisador está autorizado para iniciar a coleta de dados. Projeto foi avaliado e sua APROVAÇÃO definitiva será dada, por meio de ofício impresso, após a entrega do relatório final ao Comitê de Ética em Pesquisa/UFPE

RECIFE, 02 de Outubro de 2012

Assinado por:
GERALDO BOSCO LINDOSO COUTO
(Coordenador)

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 II

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Nome da Pesquisa: Efeito do treino pliométrico sobre o desempenho neuromotor e a resposta neurorreflexa do músculo esquelético de crianças dos 7 aos 9 anos de idade que apresentaram baixo peso ao nascer: 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) 8863-7195 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 - Vitoria de Santo Antônio, 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 Vitoria-UFPE, que tem como objetivo avaliar o nível de aptidão física, o desempenho neuromotor (coordenação corporal e equilíbrio), o nível de atividade física diário, medidas de gordura corporal, as propriedades elásticas e contráteis do músculo esquelético e a atenção visual.

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 e a atenção visual. Ainda será aplicado um questionário para saber sobre as atividades físicas diárias do seu filho durante uma semana. Vamos também avaliar a pressão sanguínea. Essas avaliações serão realizadas em dois momentos 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 desempenho neuromotor e a melhora da força e velocidade em crianças nessa faixa etária. Além do mais, a aplicação deste método deve ser usado para a recuperação de crianças com baixos índices das capacidades físicas de coordenação, força e velocidade.

A criança 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 sobre o desempenho neuromotor e a resposta neurorreflexa do músculo esquelético de crianças dos 7 aos 9 anos de idade que apresentaram baixo peso ao nascer: 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 de seu 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 III



CARTA DE ANUÊNCIA

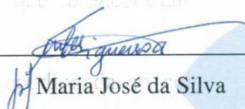
Declaramos para os devidos fins, que aceitamos o pesquisador Marcelus Brito de Almeida, a desenvolver o seu projeto de pesquisa “Efeito do treinamento pliométrico sobre o desenvolvimento neuromotor e a resposta neurorreflexa do músculo esquelético de crianças dos 7 aos 9 anos de idade que apresentaram baixo peso ao nascer: um estudo de intervenção”, que está sob a coordenação/orientação do Prof. Raul Manhães de Castro e da Profª. Drª. Carol Virgínia Góis Leandro, cujo objetivo é avaliar o desenvolvimento neuromotor e as propriedades contráteis do músculo esquelético de crianças nascidas na cidade de Vitória de Santo Antão, que se encontram devidamente matriculadas nas escolas deste município.

A aceitação está condicionada ao cumprimento do pesquisador aos requisitos da Resolução 196/96 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.

Vitória de Santo Antão, 18 de Setembro de 2012

contraís do músculo esquelético de crianças nascidas na cidade de Vitória de Santo Antão, que se encontram devidamente matriculadas nas escolas deste município.

A anuência está condicionada ao cumprimento do pesquisador aos requisitos da Resolução 196/96 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.


Maria José da Silva
Maria Lúcia de Lorena Figueiroa
Secretária Adjunta de Educação
Portaria Nº 095/2009

Anexo IV

Ficha de avaliação antropométrica

Nome _____ Idade _____ Sexo _____

Escola _____ Sala _____ Série _____ Turno _____

Data de nascimento ____/____/____

Data da avaliação ____/____/____

Peso (Kg) _____

Peso ao nascer(kg) _____

Estatura(cm) _____

Estatura sentado(cm) _____

Medida de gordura subcutânea

Tríceps 1____2____3____

Subescapula 1____2____3____

Bíceps 1____2____3____

Supra ilíaca 1____2____3____

Abdominal 1____2____3____

Anexo V

FICHA DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FÍSICANome _____ Idade ____ Sexo M ☐ F ☐

Escola _____ Sala ____ Série ____ Turno ____

Data de nascimento __/__/____

Data da avaliação __/__/____

Preensão manual direita ____/____

Preensão manual esquerda ____/____

Flexibilidade (Banco de Wells) ____/____

Abdominal (1 minuto) ____/____

Impulsão horizontal ____/____

Agilidade (4 cones) ____/____

Velocidade (20 metros) ____/____

VO2 max(distância 1.609m) tempo total em minutos _____

Anexo VI

FICHA DE COLETA DE DADOS DO TESTE K.T.K

Nome: _____ Sexo: _____
 Data nascimento: ____ / ____ / ____ Data da Avaliação: ____ / ____ / 2009

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: ____ / ____ / ____

Anexo VII

ANEXO VI									
Tabela A1 Equilíbrio na Trave (Masculino e Feminino)									
Idade	5,0 - 5,11	6,0 - 6,11	7,0 - 7,11	8,0 - 8,11	9,0 - 9,11	10,0 - 10,11	11,0 - 11,11	12,0 - 12,11	13,0 - 14,1
0	65	60	54	49	45	41	36	31	27
1	66	62	55	50	46	42	37	32	28
2	68	63	57	51	47	43	38	33	29
3	70	64	58	52	49	44	40	34	30
4	72	65	59	53	50	45	41	35	32
5	73	66	60	54	51	47	42	36	33
6	74	67	61	55	52	48	43	37	34
7	75	68	62	56	53	49	44	38	35
8	76	69	63	57	54	50	45	39	36
9	78	70	64	58	55	51	47	40	37
10	79	72	65	59	56	52	48	41	38
11	80	73	66	60	57	53	49	43	39
12	81	74	68	61	58	54	50	44	40
13	82	75	69	62	59	55	51	45	42
14	84	76	70	63	60	56	52	46	43
15	85	78	71	64	61	58	53	47	44
16	86	79	72	65	62	59	54	48	45
17	87	80	73	67	63	60	56	49	46
18	88	81	74	68	64	62	57	50	47
19	89	82	75	69	65	63	58	51	48
20	91	83	76	70	66	64	59	52	49
21	92	84	78	71	67	65	60	52	50
22	93	85	79	72	68	66	61	53	51
23	94	87	80	73	69	67	63	54	52
24	95	88	81	74	70	68	64	56	53
25	97	89	82	75	71	69	65	57	54
26	98	90	83	76	72	70	66	59	56
27	99	91	84	77	74	72	68	61	58
28	100	92	85	79	75	73	69	62	60
29	101	93	86	80	76	74	70	63	61
30	103	95	88	81	77	76	71	64	63
31	104	96	89	82	78	77	72	66	64
32	105	97	90	83	79	77	73	67	65
33	106	98	91	84	80	78	75	69	67
34	107	99	92	85	81	79	76	70	68
35	109	100	93	86	82	80	77	72	70
36	110	102	94	87	84	81	78	73	71
37	111	103	95	88	85	82	79	74	72
38	112	104	96	90	86	83	80	75	73
39	113	105	97	91	87	84	82	77	75
40	115	106	99	92	88	85	83	78	76
41	116	107	100	93	89	87	84	79	77
42	117	108	101	94	90	88	85	81	78
43	118	110	102	95	91	90	86	82	80
44	120	111	103	96	92	91	88	84	82
45	121	112	104	97	93	92	89	85	83
46	122	113	105	98	94	93	90	86	84
47	123	114	106	99	95	93	91	88	85
48	124	115	107	100	96	94	92	89	87
49	125	117	109	102	97	95	93	91	88
50	127	118	110	103	98	96	95	92	90
51	128	119	111	104	99	97	96	93	91
52	129	120	112	105	100	98	97	95	92
53	130	121	113	106	101	99	98	96	94
54	131	122	114	107	103	100	99	97	95
55	132	124	115	108	104	101	101	99	96
56	133	125	116	109	105	102	102	100	98
57	134	126	117	110	106	103	103	102	99
58	135	128	119	111	107	104	104	103	100
59	136	129	120	112	108	105	105	104	102
60	137	130	121	114	109	106	106	106	103
61	138	131	122	115	110	107	108	107	105
62	139	132	123	116	111	108	109	109	106
63	140	133	124	117	112	109	110	110	107
64	141	134	125	118	113	110	111	111	109
65	142	135	126	119	114	111	112	113	110
66	143	137	128	120	115	112	113	114	111
67	144	138	129	121	116	114	115	115	113
68	145	139	130	122	117	116	116	117	114
69		140	131	123	118	117	117	118	115
70		141	132	124	119	118	118	120	117
71		142	133	125	121	119	119	121	118
72		143	134	126	122	121	121	122	119

Anexo VIII

Tabela A2 Salto Monopedal (Masculino)					ANEXO VII					
Idade	5,0 - 5,11	6,0 - 6,11	7,0 - 7,11	8,0 - 8,11	9,0 - 9,11	10,0 - 10,11	11,0 - 11,11	12,0 - 12,11	13,0 - 14	
Escore										
0	77	75	62	52	48	41	27	21	10	
1	79	76	63	53	49	42	28	22	11	
2	80	77	64	54	50	43	29	23	12	
3	82	78	65	55	51	44	30	24	13	
4	83	79	66	56	52	45	31	25	14	
5	85	80	68	57	53	46	32	26	15	
6	87	81	69	58	54	47	33	27	16	
7	89	82	70	60	55	48	34	28	17	
8	91	83	71	61	56	49	35	29	18	
9	93	84	72	62	57	50	36	30	19	
10	94	85	73	63	58	51	37	31	20	
11	96	86	74	64	59	51	38	32	21	
12	98	88	75	65	60	52	39	34	22	
13	99	89	77	66	61	53	40	35	23	
14	101	90	78	67	62	54	41	36	24	
15	103	91	79	68	63	55	42	37	25	
16	104	92	80	69	64	56	43	38	26	
17	106	93	81	70	65	57	44	39	27	
18	108	94	82	71	66	58	45	40	28	
19	110	95	83	72	67	59	46	41	29	
20	112	96	84	73	68	60	47	42	30	
21	113	97	85	74	69	61	48	43	31	
22	115	98	86	75	70	62	49	45	32	
23	116	99	87	76	71	63	50	46	33	
24	118	100	88	77	72	64	51	47	34	
25	120	101	90	78	73	66	52	48	35	
26	122	102	91	79	74	67	53	49	36	
27	124	103	92	80	75	68	54	50	37	
28	125	104	93	82	76	69	56	51	38	
29	127	105	94	83	77	70	57	553	39	
30	128	106	95	84	78	71	58	54	40	
31	129	108	96	85	79	72	59	55	41	
32	130	109	97	86	80	73	60	56	42	
33	132	110	98	87	81	74	62	58	43	
34	133	111	100	88	82	75	63	59	44	
35	134	112	101	89	83	76	64	60	45	
36	135	113	102	90	84	77	65	61	46	

37	135	114	103	91	85	78	67	63	47
38	136	115	104	92	86	79	68	64	48
39	137	116	105	93	87	80	69	65	49
40	137	117	106	94	88	81	71	66	50
41	138	118	107	95	88	82	72	67	51
42	139	119	108	97	89	83	73	68	52
43	140	120	109	98	90	84	74	70	53
44	141	121	111	99	91	85	76	71	54
45	142	122	112	100	92	86	77	72	55
46	143	124	113	101	93	87	78	74	56
47	145	125	114	102	94	88	80	75	57
48	146	126	115	103	95	89	81	77	58
49	147	127	116	104	96	90	82	78	59
50	148	128	117	105	97	91	83	79	61
51	149	129	118	106	98	92	85	80	63
52	150	130	119	107	99	93	86	82	64
53		131	121	108	100	94	87	83	66
54		132	122	109	101	95	89	84	68
55		133	123	110	102	96	90	85	70
56		134	124	111	103	97	91	87	72
57		135	125	113	104	98	92	88	74
58		136	126	114	105	99	94	89	76
59		137	127	115	106	100	95	91	77
60		138	128	116	107	101	96	92	79
61		139	129	117	108	102	98	93	81
62		140	130	118	109	103	99	94	83
63		141	132	119	110	104	100	96	85
64		142	133	120	111	105	101	97	86
65		143	134	121	112	106	103	98	88
66		144	135	122	113	107	104	99	90
67		145	136	123	114	109	105	101	92
68		146	137	124	115	110	107	102	93
69		147	138	125	116	111	108	103	95
70		148	139	127	117	112	109	104	97
71		149	140	128	118	113	110	106	99
72		150	141	129	119	114	112	107	101
73			142	130	120	115	113	108	103
74			143	131	121	116	114	110	104
75			144	132	122	117	116	111	106
76			145	133	123	118	117	112	108
77			146	134	124	119	118	113	110
			147	135	125	120	119	115	111

Idade		5,0 - 5,11	6,0 - 6,11	7,0 - 7,11	8,0 - 8,11	9,0 - 9,11	10,0 - 10,11	11,0 - 11,11	12,0 - 12,11	13,0 - 14,11
core										
0	54	50	47	43	37	29	24	20	16	
1	54	51	46	44	38	30	25	21	17	
2	52	52	49	45	39	31	26	22	18	
3	58	54	50	46	40	32	27	23	19	
4	60	55	53	48	42	34	29	25	20	
5	61	57	55	49	43	35	30	26	21	
6	62	59	56	50	44	36	31	27	22	
7	62	60	57	51	45	37	32	28	23	
8	62	61	58	52	46	38	33	29	24	
9	62	62	59	53	47	39	34	30	25	
10	66	66	60	54	48	40	35	31	26	
11	67	66	62	57	48	41	36	32	27	
12	70	67	63	56	49	42	37	33	28	
13	74	69	64	57	50	43	38	34	30	
14	74	72	67	60	52	44	39	35	31	
15	76	72	67	60	52	44	40	36	32	
16	78	74	68	61	54	45	41	37	33	
17	80	76	70	63	56	47	42	38	34	
18	83	77	72	64	58	49	43	40	35	
19	85	80	74	67	60	51	44	41	36	
20	89	82	77	69	62	54	46	42	37	
21	89	84	78	71	64	55	47	43	38	
22	92	86	80	73	66	57	49	44	39	
23	95	88	81	74	69	60	50	45	40	
24	97	89	83	76	71	62	52	46	41	
25	101	93	86	79	74	65	55	48	43	
26	103	95	88	81	76	67	57	49	44	
27	106	98	90	83	78	70	60	51	45	
28	106	99	91	84	79	71	61	52	46	
29	108	101	93	86	81	73	63	54	47	
30	110	103	95	88	83	75	65	56	48	
31	112	105	97	90	85	77	67	58	49	
32	112	107	99	92	87	79	69	60	50	
33	117	112	104	97	92	82	74	64	55	
34	120	113	105	98	94	84	76	66	57	
35	122	114	106	99	95	86	78	68	58	
36	125	116	108	101	97	88	80	70	60	
37	127	117	109	102	98	90	81	71	61	
38	129	119	111	104	100	92	83	73	63	
39	131	121	113	106	102	94	85	75	65	
40	134	124	116	109	105	97	88	78	68	
41	136	126	118	111	107	99	90	80	70	
42	138	129	121	113	108	101	92	82	72	
43	139	130	122	114	109	102	93	83	73	
44	140	131	123	115	110	103	94	84	74	
45	142	133	125	117	112	105	96	86	76	
46	143	134	126	118	113	106	97	87	77	
47	143	135	127	119	114	107	98	88	78	
48	144	136	128	120	115	108	99	89	79	
49	145	137	129	121	116	109	100	90	80	
50				117	103	97	87	77	67	
51				119	104	98	88	78	68	
52							89	79	69	
53							90	80	70	
54							91	81	71	
55							92	82	72	
56							93	83	73	
57							94	84	74	
58							95	85	75	
59							96	86	76	
60							97	87	77	
61							98	88	78	
62							99	89	79	
63							100	90	80	
64							101	91	81	
65							102	92	82	
66							103	93	83	
67							104	94	84	
68							105	95	85	
69							106	96	86	
70							107	97	87	
71							108	98	88	
72							109	99	89	
73							110	100	90	
74							111	101	91	
75							112	102	92	
76							113	103	93	
77							114	104	94	
78							115	105	95	
79							116	106	96	
80							117	107	97	
81							118	108	98	
82							119	109	99	
83							120	110	100	
84							121	111	101	
85							122	112	102	
86							123	113	103	
87							124	114	104	
88							125	115	105	
89							126	116	106	
90							127	117	107	
91							128	118	108	
92							129	119	109	
93							130	120	110	
94							131	121	111	
95							132	122	112	
96							133	123	113	
97							134	124	114	
98							135	125	115	
99							136	126	116	
100							137	127	117	
101							138	128	118	
102							139	129	119	
103							140	130	120	
104							141	131	121	
105							142	132	122	
106							143	133	123	
107							144	134	124	
108							145	135	125	
109							146	136	126	
110							147	137	127	
111							148	138	128	
112							149	139	129	
113							150	140	130	
114							151	141	131	
115							152	142	132	
116							153	143	133	
117							154	144	134	
118							155	145	135	
119							156	146	136	
120							157	147	137	
121							158	148	138	
122							159	149	139	
123							160	150	140	
124							161	151	141	
125							162	152	142	
126							163	153	143	
127							164	154	144	
128							165	155	145	
129							166	156	146	
130							167	157	147	
131							168	158	148	
132							169	159	149	
133							170	160	150	
134							171	161	151	
135							172	162	152	
136							173	163	153	
137							174	164	154	
138							175	165	155	
139							176	166	156	
140							177	167	157	
141							178	168	158	
142							179	169	159	
143							180	170	160	
144							181	171	161	
145							182	172	162	
146							183	173	163	
147							184	174	164	
148							185	175	165	
149							186	176	166	
150							187	177	167	
151							188	178	168	
152							189	179	169	
153							190	180	170	
154							191	181	171	
155							192	182	172	
156							193	183	173	
157							194	184	174	
158							195	185	175	
159							196	186	176	
160							197	187	177	
161							198	188	178	
162							199	189	179	
163							200	190	180	
164							201	191	181	
165							202	192	182	
166							203	193	183	
167							204	194	184	
168							205	195	185	
169							206	196	186	
170							207	197	187	
171							208	198	188	
172							209	199	189	
173							210	200	190	
174							211	201	191	
175							212	202	192	
176							213	203	193	
177							214	204	194	
178							215	205	195	
179										

[illegible]

Anexo XI

ANEXO XII

Tabela A7 Somatória de QML - QM4 (Masculino e Feminino)

Somatória QM1 - QM4	Escore	Somatória QM1 - QM4	Escore
100 - 103	42	307 - 310	96
104 - 107	43	311 - 314	97
108 - 111	44	315 - 318	98
112 - 114	45	319 - 322	99
115 - 118	46	323 - 326	100
119 - 122	47	327 - 329	101
123 - 126	48	330 - 333	102
127 - 130	49	334 - 337	103
131 - 134	50	338 - 341	104
135 - 137	51	342 - 345	105
138 - 141	52	346 - 349	106
142 - 145	53	350 - 353	107
146 - 149	54	354 - 356	108
150 - 153	55	357 - 360	109
154 - 157	56	361 - 364	110
158 - 160	57	365 - 368	111
161 - 164	58	369 - 372	112
165 - 168	59	373 - 376	113
169 - 172	60	377 - 379	114
173 - 176	61	380 - 383	115
177 - 180	62	384 - 387	116
181 - 183	63	388 - 391	117
184 - 187	64	392 - 395	118
188 - 191	65	396 - 399	119
192 - 195	66	400 - 402	120
196 - 199	67	403 - 406	121
200 - 203	68	407 - 410	122
204 - 207	69	411 - 414	123
208 - 210	70	415 - 418	124
211 - 214	71	419 - 422	125
215 - 218	72	423 - 425	126
219 - 222	73	426 - 429	127
223 - 226	74	430 - 433	128
227 - 230	75	434 - 437	129
231 - 233	76	438 - 441	130
234 - 237	77	442 - 445	131
238 - 241	78	446 - 449	132
242 - 245	79	450 - 452	133
246 - 249	80	453 - 456	134
250 - 253	81	457 - 460	135
254 - 256	82	461 - 464	136
257 - 260	83	465 - 468	137
261 - 264	84	469 - 472	138
265 - 268	85	473 - 475	139
269 - 272	86	476 - 479	140
273 - 276	87	480 - 483	141
277 - 280	88	484 - 487	142
281 - 283	89	488 - 491	143
284 - 287	90	492 - 495	144
288 - 291	91	496 - 498	145
292 - 295	92	499 - 502	146
296 - 299	93	503 - 506	147
300 - 303	94	507 - 509	148
304 - 306	95		

AnexoXII

ANEXO XIII

Tabela A9 Classificação do Teste de Coordenação Corporal - KTK			
QM	Classificação	Desvio Padrão	Porcentagem
131 - 145	Alto	+3	99 - 100
116 - 130	Bom	+2	85 - 98
86 - 115	Normal	+1	17 - 84
71 - 85	Regular	-2	3 - 16
56 - 70	Baixo	-3	0 - 2

**REVISTA NEUROBIOLOGIA***NEUROBIOLOGIA JOURNAL*www.neurobiologia.org

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que o artigo original intitulado: **TREINO PLIOMÉTRICO EM CRIANÇAS PRÉ-PÚBERES: UM ESTUDO DE REVISÃO**, de autoria de **Marcelus Brito de Almeida, Raul Manhães de Castro e Carol Góis Leandro**, foi aceito para publicação na **REVISTA NEUROBIOLOGIA**, vol. 77 (3-4) de 2014. No prelo. O referido é verdade e dou fé.

Recife/Pe, 03 de novembro de 2014.

Prof. Dr. Carlos Augusto Carvalho de Vasconcelos

Editor Assistente