

PLIOMETRIA: PRINCÍPIOS CIENTÍFICOS E APLICAÇÃO PRÁTICA

ESTÉLIO H.M. DANTAS, Ph.D.(estélio@ism.com.br)

Professor Titular da Universidade Castelo Branco(UCB-RJ)

MÁRIO FELIZARDO MEDINA, M.Sc.

Instrutor da EsEFEx

BERNARDO H. A. DANTAS & LUIS OCTÁVIO C. P. PALHARES

Alunos do curso de graduação em Educação Física (UCB-RJ)

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar o conceito de pliometria e sua aplicação para atletas de alto rendimento. A pliometria pode ser definida como um método de treinamento para saltar maior à distância ou a maior altura possível. Os exercícios pliométricos são usados para produzir uma sobrecarga de ação muscular do tipo isotônica, com grande tensão muscular, o que envolve o reflexo de estiramento nos músculos. Há uma contração concêntrica, quando o músculo se encurta, e, uma contração excêntrica, quando o músculo se alonga. Quanto maior for a contração excêntrica, maior será a carga que o músculo poderá vencer. A utilização da energia potencial armazenada no alongamento antecede a fase concêntrica.

Palavras-Chaves: pliometria; carga de trabalho; treinamento físico; salto

Abstract

The aim of this article is to present the concept of plyometry and its usefulness with athletes and non athletes. Plyometry will be defined in its several steps e training modes in respect to athetles warming-up, age and requirements to enter the plyometric training. The plyometric exercises are used to produce an over weight of isometric muscular action, with large muscular tension, which involves the reflex of sprint in the muscles. There is a concentric contraction when the muscle shrinks, and, an excentric contraction when the muscle stretches. The eccentric contraction involves the muscle streching. The bigger is the eccentric contraction, the bigger will be the load for the muscle power. The usefulness of potential energy storaged along the stretching proceeds the concentric phase.

Key Words: plyometry; workload; physical training; jump

INTRODUÇÃO

Segundo Wilt, citado por Barbanti (1979), a palavra pliométrico, “é derivada do grego *plethyein*, e significa: plio (aumentar) e metria (medida), ou seja, obtenção de maiores distâncias do salto.

Este método de treinamento teve origem na URSS na década de 60 e o método foi difundido a partir de estudos publicados por Popov (1967) e Vergochanski (1968). A pliometria é uma das melhores maneiras de desenvolver-se força explosiva para esportes. Vergochanski experimentou pulos profundos e método de choque como técnicas de aumentar a habilidade reativa dos atletas. Um aspecto importante do conceito de Vergochanski sobre pliometria foi o de que o treinamento pliométrico ajudou a desenvolver todo o sistema neuromuscular para movimentos de poder e não meramente a contração do tecido.

Prescreve-se pliometria, no contexto de um programa de treinamento, principalmente desenvolver a força explosiva de impulsão, principalmente nos membros inferiores, embora seja possível fazer-se um trabalho pliométrico para membros superiores.

FOTO 1: A seleção brasileira, adulta masculina de vôlei, tem na pliometria a sua principal forma de treinamento da impulsão na Fase Específica do Período Preparatório.

Fundamentos Fisiológicos

- *Fuso muscular*

Os fusos musculares são fibras nucleadas, visíveis a olho nu, envolvidas por um invólucro de tecido conjuntivo.

Observam-se mais fusos nos músculos que exercem ação antigravitacional, onde predominam as fibras oxidativas, do que nos músculos com preponderância de fibras glicolíticas.

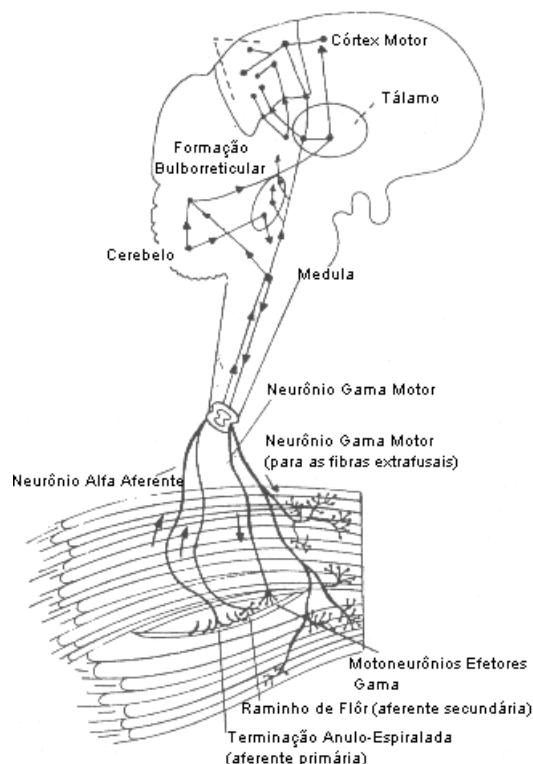
As células intrafusais possuem uma área chamada *fibras nucleares tipo bolsa*, profusamente nucleada, mas incapazes de se contrair.

Quando o músculo é estirado, as fibras nucleares tipo bolsa são deformadas e excitam os terminais nervosos chamados *terminações anuloespiraladas* que se encontram emaranhados nelas.

Desses terminais nervosos partem calibrosos nervos (aférentes) que conduzem a informação do estiramento do músculo para o corno posterior da medula espinhal, que é a porção sensorial da mesma.

De cada lado da terminação anuloespiralada existem receptores chamados *raminhos de flor*, que se ligam às fibras nervosas menores do que as fibras alfa, mas que realizam o mesmo trabalho das citadas terminações, exceto pelo fato de que para serem estimuladas requerem um estiramento muito maior do músculo.

Na figura a baixo podem-se observar estas estruturas.



Quando o músculo é estirado com rapidez, a frequência da mensagem neural fica aumentada na fibra “Ia” aferente e isto é comunicado através da seqüência corno posterior - sinapse medular - via efetora alfa (para as fibras extra-fúscas).

A seqüência apresentada acima caracteriza um reflexo monossináptico, ou seja, aquele que caminha sobre um arco reflexo composto de receptor - condutor aferente - sinapse - condutor eferente - efetor. Segundo Stegmann (1978, p.33) este reflexo monossináptico é a resposta característica dos “circuitos reguladores”.

O estímulo nervoso, ao chegar às fibras extra-fúscas, provoca a contração destas acarretando o encurtamento do fuso muscular. Quando o comprimento original é restabelecido, as

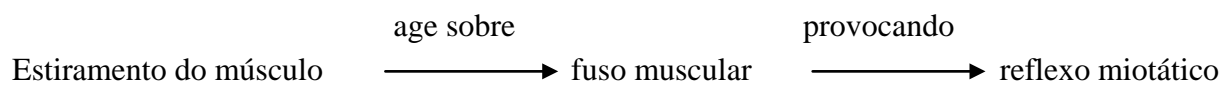
fibras nucleares tipo bolsa não são mais tensionadas e as terminações anuloespiraladas ficam em repouso.

“O fuso, à custa do mecanismo descrito acima, avalia o grau de estiramento aplicado ao músculo, o comprimento muscular e a velocidade com que o estiramento foi realizado” (Jensen & Fisher, 1979, p 67).

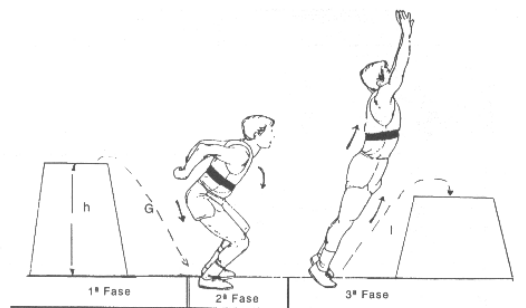
As fibras fúscas poderão, além do papel de fornecer informações, realizar movimentos através do sistema motor gama. Os motoneurônios gama são ativados, inicialmente, pelas áreas superiores do sistema nervoso central, localizando-se no corno anterior da medula espinhal. Estes motoneurônios terminam na porção contrátil das fibras intrafusais. Ao serem estimuladas, estas fibras se contraem, as fibras nucleares tipo bolsa se distendem, provocando o envio de um maior número de potenciais de ação aos motoneurônios alfa através do arco reflexo.

Este “servomecanismo” é o responsável pela regulação da força aplicada para vencer uma resistência durante o movimento de um membro, garantindo que não se aplique força maior nem menor do que a necessária.

A ação proprioceptiva do fuso muscular pode ser resumida no esquema abaixo:



O trabalho pliométrico é também conhecido como excêntrico-concêntrico ou treinamento da força dinâmica negativa, pois se baseia num estímulo sobre o fuso muscular provocado por uma contração isotônica excêntrica ou negativa conforme mostrado na a seguir.



FASES DO PROGRAMA PLIOMÉTRICO:

1ª fase - *Amortização*: ao cair de cima de uma altura “h” o atleta gera uma força “G” que é resultado da ação da força de gravidade ($g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$) sobre sua massa. Esta força é superior à força muscular que ele é capaz de desenvolver $\rightarrow F (G > F)$. Ou seja, ocorre uma contração excêntrica que estimula o fuso muscular.

2ª fase - *Estabilização*: as sinergias musculares vão compensando “G” até anulá-la (E:G) possibilitando assim, a parada do movimento. Essa fase é muito curta. Logo em seguida desencadeia-se o reflexo miotático (RM), ocasionado pelo estímulo sofrido pelo fuso muscular, preparando a impulsão.

3ª fase - *Suplementação*: ao movimento de extensão de pernas iniciado pelas fibras intrafusais, se soma à impulsão comandada pela vontade do atleta, gerando uma força de impulsão “I” resultante da soma das duas contrações ($I = R + RM$).

Pode-se observar que, durante a 2ª fase, o estímulo sobre o mecanismo de propriocepção do fuso muscular induz o reflexo miotático e provoca a contração dos músculos que volitivamente o praticante precisa contrair para executar o salto da 3ª fase.

Por este motivo não deve haver solução de continuidade entre as três fases do exercício pliométrico.

FOTO 2: A segunda fase é a base de um trabalho bem feito

Antes de se iniciar qualquer trabalho pliométrico deve-se assegurar que o atleta possui a base de força indispensável para executar o trabalho verificando se ele é capaz de executar:

- impulsão de pernas → realizar pelo menos três meio-agachamentos com o dobro de seu peso corporal.
- extensão de braços → realizar pelo menos três supinos com 0,9 vezes de seu peso corporal.
- desenvolvimento → realizar pelo menos três desenvolvimentos com 1,1 vezes de seu peso corporal.

Quantificação e montagem de série de pliometria intensiva

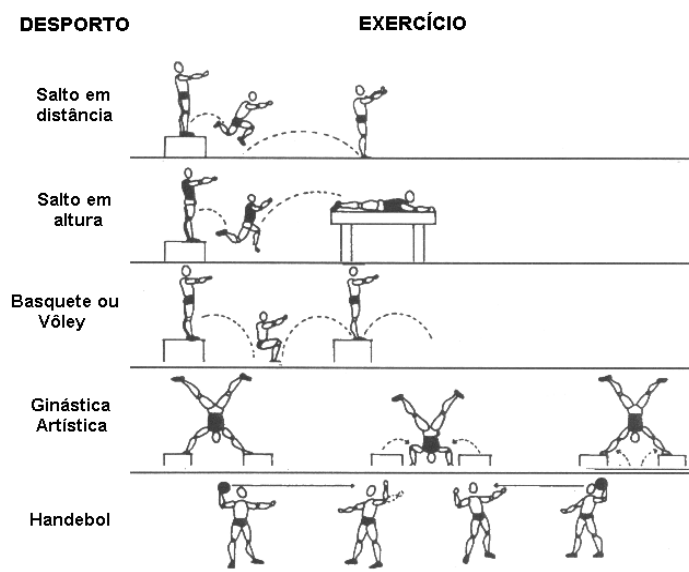
O trabalho de pliometria ocorrerá normalmente dentro de uma série de *circuit training* ou de *power training*. Contudo, o procedimento de planejamento do trabalho será sempre o mesmo:

1º Passo - *Seleção dos exercícios* - Feita em função do gesto desportivo específico de membros superiores e inferiores nos quais se deseja desenvolver a força explosiva de impulsão.

De acordo com o tipo de desporto praticado, tem-se um tipo específico de exercício pliométrico. A pliometria é uma forma de treinamento que foi indicada para esportes nos quais o sucesso depende do poder explosivo. Também conhecida como ciclo elástico, a pliometria utiliza-se de energia elástica armazenada. (Kocal, 1997:251)

FOTO 3 :Para o vôlei, por exemplo, como a impulsão durante o jogo é normalmente feita com os dois pés ao mesmo tempo, o treinamento deve ser feito da mesma forma.

A seguir, apresentam-se algumas sugestões de trabalho pliométrico.



2º Passo - *Determinação da Intensidade* - Feita através da qualificação de dois parâmetros: altura da queda (n) e sobrecarga.

A altura da queda é selecionada a partir da qualidade física que se pretende trabalhar e é o resultado do Sargeant Jump Test (SJT) realizado na fase de diagnóstico do período de pré-preparação (quadro a seguir).

QUALIDADE FÍSICA	ALTURA DA QUEDA
Velocidade	50 a 73 cm
Força Explosiva	74 a 110 cm

Por exemplo, se o objetivo for trabalhar a força explosiva, com um atleta que obteve a marca de 56 cm no SJT e realizou a pliometria com 85% de intensidade, ter-se-ia:

$$L_{\text{sup}} = 110 \text{ cm (Quadro anterior)}$$

$$L_{\text{inf}} = 56 \text{ cm (SJT)}$$

$$54 \text{ cm} \text{ — } 100\%$$

$$x \text{ — } 85\%$$

$$\therefore = \frac{54 \times 85}{100} = 45,9 \text{ cm} \cong 46 \text{ cm}$$

$$100$$

$$h = L_{\text{inf}} + "x" = 56 + 46 = 102 \text{ cm}$$

Convém observar que se “h” ficar fora do limite adequado para a qualidade física desejada o trabalho deverá ser ajustado de seguinte forma:

“h” menor que 73 cm: Atleta possui pouca impulsão para a pliometria.

Eliminá-lo e tentar posteriormente.

“h” maior que 110 cm: Utilizar colete lastrado para o atleta.

A utilização de colete lastrado, preconizado pela escola soviética, é também possível de quantificação, devendo-se lembrar que o lastro varia de 1 a 10 kg. Para o exemplo que se está trabalhando, ter-se-ia:

$$L_{\text{sup}} = 10 \quad \text{kg}$$

$$L_{\text{inf}} = 1 \quad \text{kg}$$

$$\text{Variância} = 9 \quad \text{kg}$$

$$9\text{kg} \text{ — } 100\% \quad \therefore x = \frac{9 \times 85}{100} = 7,65 \cong 8 \text{ kg}$$

$$x \text{ — } 85\% \quad 100$$

$$\text{Peso} = L_{\text{inf}} + “x” = 1 + 8 = 9 \text{ kg}$$

3º Passo: **Determinação do volume**

O volume será determinado a partir do quadro abaixo.

Escola	Característica	Séries	Repetições (por série)
Alemã	Sem sobrecarga	6 a 10	5 a 7 (para atletas de médio rendimento)
Soviética	Com sobrecarga	3 a 6	8 a 10 (para atletas de alto rendimento)

Por exemplo, um atleta de alto rendimento que deva trabalhar a 68% do volume, dentro da metodologia da escala alemã, terá seu volume de trabalho calculado da seguinte forma:

$$L_{\text{sup}} = 10 \text{ séries} \times 10 \text{ repetições} = 100 \text{ séries}$$

$$L_{\text{inf}} = 6 \text{ séries} \times 8 \text{ repetições} = 48 \text{ séries}$$

$$\text{Variância} = 100 - 48 = 52 \text{ séries}$$

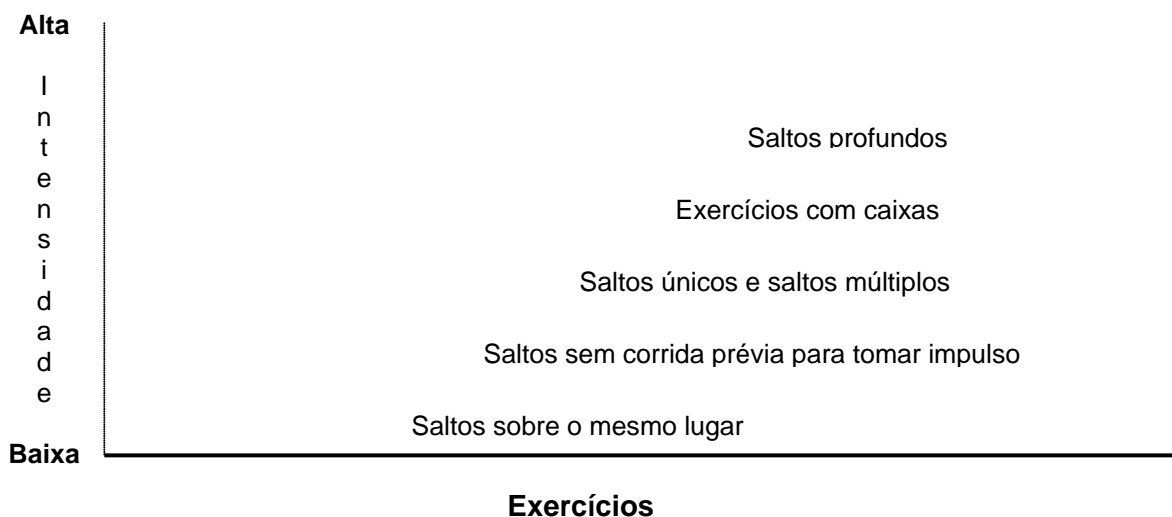
$$52 \text{ séries} \text{ — } 100 \%$$

$$x \text{ séries} \text{ — } 68 \% \quad \therefore x = \frac{52 \times 68}{100} = 35,3 \cong 35 \text{ séries}$$

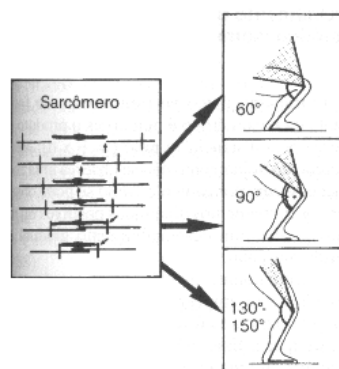
Nº repetições = $L_{\text{inf}} + “x” = 48 + 35 = 83$ repetições, ou seja, 7 séries x 9 repetições e 2 séries x 10 repetições.

FOTO 4: A seleção brasileira de vôlei, realizando treinamento pliométrico conforme preconizado neste artigo obteve importantes melhorias de seu bloqueio e capacidade ofensiva.

Segundo CHU (1995,p. 40), a escala de intensidade para exercícios de treinamento de saltos é controlada pelo tipo de exercícios realizados, como pode-se observar na figura a seguir, e o volume se mede com a frequência (contando os contatos de um dos pés com o chão).



Os exercícios pliométricos podem ser executados por diversos ângulos de flexão – 30° , 90° , 150° – através dos quais sua eficácia é aumentada ou diminuída, uma vez que músculos diferentes são mobilizados em função dos diferentes ângulos. A figura a seguir, mostra que há diferentes sobreposições dos elementos contráteis (miosina e actina) de acordo com o ângulo de flexão, e com isto, diferentes estímulos para otimização da formação das pontes de ligação. Saltos com grandes ângulos de flexão provocam exaustão em esportistas não habituados com a fadiga muscular e não devem, por isto, serem executados antes de competições (Cometti, 1988).



4) Precauções

Pelo potencial risco que a pliometria acarreta para as articulações, deve-se realizar um completo aquecimento antes de sua prática, bem como um alongamento correto depois. Os

profissionais devem estar sempre atentos com a segurança no treinamento, em particular, com as técnicas de alta-intensidade da pliometria.

Por isto, a pliometria deve ser desempenhada com segurança, porque, como todo exercício, tem seus riscos. Os treinadores devem fazer uma avaliação diagnóstica identificando os riscos de acordo com uma lista de fatores como: idade, peso corporal, força, experiência, acidente prévio, superfície de pulo, aquecimento, progressão, recuperação e frequência.

5- Treinamento de Pliometria

WEINEK (1999, p. 272) afirma que no centro de treinamento pliométrico, exercitam-se saltos de todos os tipos e em diversas combinações possíveis. A pliometria é denominada Pliometria “Simples”, “Pequena” ou “Pura”, quando os saltos deste treinamento forem executados sem peso adicional sem aparelhos de apoio (caixas ou obstáculos), ou com obstáculos de pequena altura. A pliometria é denominada “Pliometria Média” quando os saltos deste treinamento forem feitos sobre caixas e obstáculos de meia altura.

Fala-se ainda de “Pliometria Intensiva”, quando os obstáculos incluídos nestes treinamentos tiverem grande altura.

TIPOS DE PLIOMETRIA	CARACTERÍSTICA
Simples	Obstáculo de pequena altura
Média	Obstáculo de meia altura
Intensiva	Obstáculo de grande altura

O treinamento desportivo é baseado em seis princípios científicos: o princípio da individualidade biológica, princípio da adaptação, princípio da sobrecarga, princípio da continuidade, princípio da interdependência volume-intensidade e princípio da especificidade (Dantas, 1998).

- *Princípio da individualidade biológica* – diz que a associação do genótipo ao fenótipo produz pessoas totalmente diferentes entre si.
- *Princípio da sobrecarga* – coloca que imediatamente após a aplicação de carga de trabalho, há uma recuperação do organismo. O equilíbrio entre a carga aplicada e o tempo de

recuperação é o que garantirá a existência da supercompensação de forma permanente, caracterizando o princípio da sobrecarga.

- *Princípio da interdependência volume – intensidade* – diz que a escolha da incidência da sobrecarga na intensidade, ou no volume, respeitará os critérios: qualidade física visada e período de treinamento.
- *Princípio da continuidade* – fundamenta-se no tempo correto para a aplicação de uma nova carga de trabalho durante o treinamento.
- *Princípio da adaptação* – baseia-se na aplicação de cargas crescentes que vão sendo progressivamente assimiladas pelo organismo.
- *Princípio da especificidade* – associa o conceito do treinamento total à preocupação em adequar o treinamento do segmento corporal ao do sistema energético e ao do gesto desportivo, utilizados na performance.

Os atletas pré-adolescentes não devem participar de exercícios pliométricos intensos até que o esqueleto amadureça e os discos epifíseos se fechem. Por outro lado, deve-se observar o atleta mais velho que planeja praticar pliometria.

Um indivíduo não treinado não deve submeter-se a um programa de treinamento sem uma base adequada de velocidade e força. Sugere-se a avaliação da força no agachamento antes de prescrever-se exercícios pliométricos.

Ao começar a pliometria, deve-se usar baixa intensidade, maior volume de exercícios com progressão de intensidade gradual. E, justamente porque a pliometria é usada atualmente para todas as partes do corpo e está tornando-se um treinamento mais específico, este princípio de baixa intensidade deve ser seguido com qualquer tipo de exercício pliométrico. Independentemente do tipo de exercício praticado, o risco de danos aumenta com movimentos mais complexos.

Os movimentos mais complexos que requerem habilidade e técnica serão mais afetados pela fadiga. A recuperação entre trabalhos subseqüentes é também importante para um treinamento seguro e efetivo.

6- Aplicações Práticas da Pliometria

O poder anaeróbico mais baixo pode ser aumentado em ambos, atletas e não atletas, através do treinamento pliométrico. Recomendamos a pliometria como um método de treinamento adicional, particularmente para aqueles envolvidos em esportes que requerem poder e força. Além do teste do salto vertical, o teste do *step* Margaria-Kalamen é uma medida válida de poder

anaeróbico. Uma análise multivariada revelou que quando o pulo vertical, de 50 metros, e o teste Margaria-Kalamen foram combinados para formar uma medida composta de poder anaeróbico, o teste de step Margaria-Kalamen foi o componente de maior influência. O Margaria-Kalamen deveria ser o método preferido para avaliar-se um poder anaeróbico menor e obter a efetividade de programas de treinamento designados para incrementar este poder.

VANTAGENS DO TREINAMENTO DE FORÇA PLIOMÉTRICO (WEINECK, 1999, P. 275)

- Melhoria da coordenação intramuscular e rápido ganho de força em função da alta intensidade de cargas, mas sem aumento da massa muscular ou aumento de peso. Isto é significativo em todas as modalidades esportivas nas quais a força explosiva tenha um papel importante (exemplo: saltos em altura e saltos em distância).
- O treinamento de força pliométrica representa um método de treinamento que leva a um considerável aumento de força em atletas já muito treinados em força rápida.
- Neste método de treinamento, o “Ciclo de alongamento e encurtamento” pode ser otimizado através da escolha dos exercícios.
- Este método pode ser adequado a qualquer nível de treinamento ou idade através do aumento gradual dos estímulos – pliometria pequena, média ou grande.

DESVANTAGENS DO TREINAMENTO DE FORÇA PLIOMÉTRICO (WEINECK, 1999, p. 276)

- Alta carga psicofísica. O treinamento pliométrico intensivo é adequado para atletas de alto desempenho. Ele pressupõe um aparelho de força ativo (musculatura) e passivo (esqueleto) bem desenvolvido.
- Uma execução inadequada do treinamento pliométrico (sem o aquecimento necessário, por exemplo) está intimamente relacionada a riscos de lesões.
- Se o atleta já tiver atingido um alto nível de capacidade de coordenação intramuscular, o aumento de força obtido através deste treinamento será pequeno. Neste caso deve-se utilizar um treinamento para formação de massa muscular após um treinamento reativo.
- O treinamento reativo somente é bem sucedido quando corretamente executado. Por exemplo, no treinamento de saltos em profundidade deve-se estar atento para a relação correta entre força de aceleração e de frenagem. A altura de queda ideal é dada pela altura

máxima de salto atingida. Alturas muito elevadas ou pequenas prejudicam a eficácia do treinamento.

CONCLUSÃO

A carga de trabalho pliométrico deve ser individualizada, levando em consideração parâmetros como: idade, peso, nível de força, experiência, etc. Entretanto, o grande sucesso dos treinadores neste tipo de treinamento é alcançado pela maneira com que quantificam o trabalho realizado e controlam a aplicação de cargas e sobrecargas na preparação física do indivíduo treinado.

Apesar de existirem inúmeras pesquisas sobre os benefícios dos exercícios pliométricos, estes ainda carecem de informações quanto a sua aplicabilidade, tanto para atletas quanto para sedentários.

Os possíveis riscos de lesão que a pliometria pode acarretar para as articulações podem ser evitados se profissionais estiverem atentos às técnicas de aplicação desses exercícios, sendo necessário antes de qualquer atividade, um aquecimento completo, bem como um alongamento correto após os exercícios.

Pelo exposto, acredita-se que a pliometria pode apresentar-se como uma alternativa plenamente viável para o treinamento de atletas e indivíduos sedentários, desde que empregada por treinadores que tenham perfeito conhecimento acerca dos parâmetros que regulam este tipo de treinamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ÅSTRAND, Per-Olof & RODHAL, Kaare - *Tratado de fisiologia do exercício*, 2^a ed., Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.
- BARBANTI, Valdir J. - *Teoria e prática do treinamento desportivo*. São Paulo, IDUSP/Blucher, 1979.
- BERGER, Richard A. - *Applied exercise physiology*. Philadelphia, Lea & Febiger, 1982.
- DANTAS, Estélio H.M. - *Flexibilidade, alongamento e flexionamento*. 4^a ed., Rio de Janeiro. Shape, 1999.
- _____. - *A prática da preparação física*. 4^a ed., Rio de Janeiro. Shape, 1998.

- FOX, Edward L.; BOWERS, RL & MATTHEWS, Donal K - *Bases fisiológicas da educação física e dos desportos*, 4^a ed., Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 1991.
- GORGON, G.A. - Proprioceptive Neuromuscular Facilitation. The superstretch. In *National Strength & Conditioning Association Journal*, Lincoln, NSCA, 4(2): 26-8, 1982.
- GROSSER, Manfred; BRUGGEMANN, Peter & ZINTL, Fritz - *Alto entendimento desportivo planificación y desarrollo*. Barcelona, Martins Roca, 1989.
- HETTINGER, Theodore - *Physiology of strength*. Springfield, Charles C. Thomas, 1981.
- HOLCOMB, William R.; KLEINER, Douglas M. & CHU, Donald A. Plyometrics: considerations for safe and effective training. In: ***Strength and Conditioning***. Colorado Springs: National Strength and Conditioning Association. v. 20, n. 03. June 1998. p. 36-39.
- HOLMANN, & HETTINGER - *Medicina do esporte*. São Paulo, Manole, 1983.
- JENSEN, Clayne R. & FISCHER A.G. - *Scientific basis of athletic conditioning*, 2^a ed., Philadelphia, Lea & Febiger, 1979.
- KOMI, Paavo V. — Strength and power in sport. Vol. III, *Encyclopedia of Sports Medicine*. Ioc Medical Commission. Oxford, Blackwell Scientific, 1993.
- MATHEWS, Donald K. - *Medidas e avaliação em educação física*, 5^a ed., Rio de Janeiro, Inter-americana, 1980.
- McARDLE, William D.; KATCH, Frank I. & KATCH, Victor L. - *Fisiologia do exercício. energia, nutrição e desempenho humano*. 3^a ed., Rio de Janeiro, Guanabara-Koogam, 1992.
- RADCLIFFE, James C. & FARENTINOS, Robert C. _ *Plyometrics: explosive power training*. 2^a ed., Champaign, Human Kinetics, 1985.
- ROPER, Russell L. Incorporating agility training and backward movement into a plyometric program. In: ***Strength and Conditioning***. Colorado Springs: National Strength and Conditioning Association. v. 20, n. 04. August 1998. p. 60-63.
- TUBINO, Manoel J.G. - *As qualidades físicas na educação física e nos desportos*, 3^a ed., São Paulo, IBRASA, 1979.
- _____, *Metodologia científica do treinamento desportivo*. São Paulo, IBRASA 1979.