
Artigo original

Quantificando a pliometria na reabilitação de atletas

Quantifying the plyometric in athlete rehabilitation

Gustavo Rebello Soares

Acadêmico, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública Fundação Bahiana para o Desenvolvimento das Ciências, Salvador, Bahia

Resumo

Objetivos: Identificar os exercícios pliométricos para os membros inferiores e quantificar sua forma de realização em relação ao tempo de treinamento, frequência, quantidade de séries, quantidade de repetições, tempo de recuperação entre os exercícios e tempo de recuperação entre as séries. **Materiais e métodos:** Este estudo realiza uma revisão da literatura de trabalhos, publicados no período de 1983 a 2004, que abordam os princípios neurofisiológicos da pliometria ou apresentam um programa de treinamento pliométrico. A forma para análise dos conteúdos utilizada foi a frequência com que as variáveis dependentes e independentes foram citadas ou a média entre aqueles que as mencionaram. **Resultados:** Dez exercícios foram selecionados como os mais mencionados nos trabalhos. O tempo de treinamento mais citado foi de seis semanas, em três sessões semanais. Foi realizada, mais frequentemente, uma única série de exercício, preconizando o tempo como unidade para quantificar sua realização. Foi quantificado também o tempo de descanso entre os exercícios e entre as séries. **Discussão e conclusão:** A pliometria pode promover ganhos de força explosiva sendo realizada de forma criteriosa, seguindo os princípios aqui expostos. Desta forma, a fisioterapia age para que o atleta recupere seu nível de desempenho de maneira mais rápida e segura possível.

Palavras-chaves: pliometria, reabilitação, atleta.

Abstract

Objective: To identify the plyometric exercises for the lower limbs and quantify them according to the time of training, frequency, number of series, number of repetitions, time of recovery between exercises and time of recovery between series. **Method:** This study is a review of literature published from 1983 to 2004, which approaches the neurophysiologic principles of plyometric or plyometric training programs. The contents were analyzed using the periodicity in which the dependent and independent variables were quoted or the mean of those which mentioned them. **Results:** Ten exercises were selected as the most quoted by the articles. The time of training most quoted was six weeks, three times a week. More frequently, only one series of exercises was done, and time was the best predictor to quantify the exercises comparing to repetition. Also, the resting time between the exercises and between the series was quantified. **Discussion and conclusion:** When plyometric exercises are done in a very sensible way, according to the principles here exposed, it can aid the gaining of explosive power. Therefore, physical therapy makes the athlete recover their level of performance in a faster and safer way.

Key-words: plyometrics, rehabilitation, athlete.

Introdução

Em todas as práticas esportivas, os atletas estão sempre sujeitos a sofrer algum tipo de lesão durante uma competição ou treinamento, devido à constante exposição a traumatismos. Logo, a reabilitação destes indivíduos constitui um campo bastante desafiador da medicina desportiva que tem como metas proteger e tratar o desportista de lesões, de reincidências e da

incapacidade permanente. Para isto, a fisioterapia pode fazer uso da pliometria como um de seus recursos terapêuticos.

A pliometria é um conjunto de exercícios voltados para indivíduos que praticam atividade física, que unem força e velocidade do movimento, através das duas fases da contração muscular ativa (excêntrica/concêntrica), e visa obter resposta explosiva e reativa do músculo no menor tempo possível. Seu objetivo é melhorar a potência do músculo, facilitando os

Recebido em 24 de novembro de 2005; aceito em 10 de maio de 2006.

Endereço para correspondência: Gustavo Rebello Soares, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Av. Dom João VI, 274, 40.290-000 Salvador BA, Tel: (71)3276-8200, E-mail: grsoares@gmail.com

Free Medical Journals, Capes, Web of Science) com as seguintes palavras-chaves em inglês: plyometric e plyometr*. Em adição, foram realizadas pesquisas nas bibliotecas da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), Universidade Católica de Salvador (UCSAL), Universidade Federal da Bahia (UFBA) e na União Metropolitana de Ensino (UNIME).

Foram incluídos na pesquisa todos os artigos, livros e periódicos encontrados em português, inglês e espanhol, publicados no período de 1983 a 2004, que abordavam os princípios neurofisiológicos da técnica ou explicavam um programa de treinamento pliométrico para os membros inferiores. Foram excluídos os artigos que traziam um programa de treinamento pliométrico, mas não apresentavam as descrições dos exercícios e seus nomes não eram suficientes para se compreender plenamente os movimentos realizados durante a execução da atividade. Os artigos que tinham apenas a ilustração dos exercícios, sem identificação e sem descrições, também foram excluídos. Em associação, os achados em outras línguas estrangeiras, que não as citadas anteriormente, foram automaticamente excluídos.

Primeiramente, foram listadas todas as variáveis independentes (exercícios pliométricos) e suas variáveis dependentes (tempo de treinamento, frequência, quantidade de séries, quantidade de repetições, tempo de recuperação entre os exercícios e tempo de recuperação entre as séries) dos trabalhos incluídos (Tabela I). Em seguida, realizou-se a seleção dos exercícios citados em pelo menos 50% dos trabalhos. Dentre estes, foram escolhidos as formas mais frequentes de realização dos exercícios, sendo que, quando as variáveis dos exercícios não eram descritas em ao menos 50% dos trabalhos, foi considerada a média aritmética dentre aqueles que a citavam.

Resultados

Foram selecionados 12 artigos e seis livros para o estudo. Dos 12 artigos, quatro foram utilizados para a observação dos princípios neurofisiológicos e oito para a observação dos exercícios e suas variáveis. Dos quatro artigos selecionados para análise dos princípios neurofisiológicos apenas dois foram utilizados, pois os demais faziam menção a um destes artigos analisados.

Tabela II - Síntese dos exercícios pliométricos.

Exercícios	Tempo de treinamento	Frequência	Séries	Repetições						Recuperação (exercícios)	Recuperação (séries)
				1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana	6ª semana		
Wall jump / Ankle bounces	6 semanas	3x/semana	1 série	20 seg.	25 seg.	30 seg.	30 seg.	30 seg.	30 seg.	30 segundos	
Tuck jump	6 semanas	3x/semana	1 série	20 seg.	25 seg.	30 seg.	30 seg.			30 segundos	
Squat jump	6 semanas	3x/semana	1 série	10 seg.	15 seg.	20 seg.	20 seg.	25 seg.	25 seg.	30 segundos	
Double leg cone jumps	6 semanas	3x/semana	1 série	30 seg.	30 seg.	30 seg.	30 seg.			30 segundos	
180° jumps	6 semanas	3x/semana	1 série	20 seg.	25 seg.					30 segundos	
Bounding in place	6 semanas	3x/semana	1 série	20 seg.	25 seg.					30 segundos	
Scissor jump	6 semanas	3x/semana	1 série			30 seg.	30 seg.			30 segundos	
Bounding for distance	6 semanas	3x/semana	1 série			1 corrida	2 corridas			30 segundos	
Single legged hops	6 semanas	3x/semana	1 série			5 rep./perna	5 rep./perna	5 rep./perna	5 rep./perna	30 segundos	
Depth jump	6 semanas	3x/semana	1 série					5 rep.	10 rep.	30 segundos	

Tabela III - Descrição dos exercícios pliométricos.

Wall jump / Ankle bounces	Salto com os dois tornozelos. O paciente posiciona-se com os dois joelhos levemente dobrados e com os braços elevados atrás da cabeça. Em seguida, salta para cima e aterrissa com os dedos dos pés (ponta dos pés). Repetir rapidamente.
Tuck jump	A partir da posição em pé (ereto), o paciente salta verticalmente o mais alto possível e leva ambos os joelhos para cima em direção ao tórax. Repetir rapidamente.
Squat jump	A partir da posição agachada, o paciente salta verticalmente o mais alto possível. Ao aterrissar, ele deve absorver o choque em posição agachada e repetir o salto rapidamente.
Double leg cone jumps	O paciente salta, com as duas pernas e pés juntos, de um lado para o outro por cima de cones, rapidamente. Devendo repetir também para frente e para trás.

Todos os trabalhos confrontados tratavam-se de estudos experimentais cuja síntese, através da frequência de citação, resultou na escolha de 10 exercícios. São eles: *Wall jumps / Ankle bounces, Tuck jumps, Squat jump, Double leg cone jumps, 180° jumps, Bounding in place, Scissor jump, Bounding for distance, Single legged hops e Depth jump*. Estes podem ser visualizados na Tabela II, assim como suas variáveis escolhidas. A descrição de cada uma dessas atividades encontra-se na Tabela III.

Dentre os exercícios selecionados, também com base na frequência de citação nos artigos, foram encontrados os seguintes resultados para as variáveis dependentes pesquisadas: o tempo de treinamento para a atividade pliométrica foi de seis semanas e a frequência de sua realização foi de três vezes semanais, em dias alternados, respeitando o período de repouso de 48 horas entre as sessões.

Quanto ao número de séries, foi predominante a utilização de apenas uma série para cada atividade selecionada. O volume com que foram realizadas variou de acordo com o exercício: 70% foram quantificados tendo o tempo (segundos) como unidade de medida e 30% tendo o número de repetições ou de distância percorrida. Para os exercícios cujo volume foi baseado no tempo de execução, constatou-se que a quantidade de realização mais citada foi de 20 segundos na primeira semana, 25 segundos na segunda semana e 30 segundos para a terceira e quarta semanas. Em relação a quinta e sexta semanas, somente dois dos exercícios, dentre os escolhidos neste estudo, foram realizados utilizando o tempo como unidade de medida. Por eles apresentarem valores diferentes quanto ao volume e por não ser possível verificar a maior frequência de citação, foi realizado a média entre aqueles que os citaram. Logo, para a quinta e sexta semanas, os resultados apresentaram uma média de 27,5 segundos, em cada uma das semanas, para o volume realizado.

Para o tempo de recuperação entre os exercícios foi mais continuamente citado o intervalo de 30 segundos. Para o tempo de recuperação entre as séries dos exercícios escolhidos foi calculada, novamente, a média entre aqueles que a citaram, já que a maioria não fez menção a essa variável em seus estudos. A partir desta análise, foram encontrados os seguintes valores para os exercícios *Wall jump, Double leg cone jumps, 180° jumps e Depth jumps*: 30 segundos, 30 segundos, 30 segundos e 90 segundos, respectivamente. Estes valores não aparecem na tabela II, pois este foi construída apenas com base na frequência de citação dos exercícios e suas variáveis em pelo menos 50% dos trabalhos.

Discussão

Com a realização deste estudo foi possível quantificar os exercícios pliométricos aplicados aos membros inferiores através da frequência e da média com que eles e suas variáveis foram descritos nos artigos revisados. O que chamou mais atenção na pesquisa foi o fato da pliometria ser praticada, na maioria dos exercícios, tendo o tempo (segundos) como unidade de medida para quantificar as repetições a serem

executadas. Logo, diante dos achados expostos neste trabalho, espera-se ser possível empregar essa técnica, com mais segurança e eficácia, nos programas de reabilitação atlética.

Foram encontradas inúmeras variações para os exercícios pliométricos, porém, as atividades mais frequentemente utilizadas foram as relatadas neste estudo (*Wall jumps/Ankle bounces, Tuck jump, Squat jump, Double leg cone jump, 180° jumps, Bounding in place, Scissor jump, Bounding for distance, Single legged hops, Depth jump*). Isto não significa que todos os exercícios listados aqui, e somente eles, devam ser usados nos programas de reabilitação. A escolha das atividades depende do objetivo do tratamento, do grupo muscular que se deseja trabalhar e do esporte praticado pelo atleta, pois cada modalidade esportiva apresenta formas e níveis de exigências diferentes. Por exemplo, para o jogador de vôlei, os pliométricos apropriados são aqueles que envolvem saltos em altura no mesmo lugar ou saltos em profundidade e não os saltos em distância, que, por sua vez, são mais apropriados para os praticantes de atletismo.

Quanto às variáveis, constatou-se que o tempo de treinamento mais utilizado foi o de seis semanas. A escolha deste período pode ser fundamentada no fato de que para se desenvolver a capacidade de recrutamento das unidades motoras em altíssimas velocidades, visando o ganho de potência muscular, pode ser necessário um período de treinamento mais longo [11].

A frequência semanal com que os treinamentos pliométricos foram mais empregados foi de três vezes por semana, em dias alternados. A frequência de treinamento superior a duas ou três vezes por semana pode dificultar a recuperação entre os exercícios e, desta forma, retardar as adaptações neuromusculares impostas pela atividade e o desenvolvimento da força [12]. Entretanto, não existe documentação suficiente que defina a frequência semanal ideal para a realização do treinamento [13].

O número de séries mais usado para os exercícios selecionados foi de apenas uma série. Este procedimento é menos efetivo para o ganho de força do que se os exercícios fossem realizados com duas ou três séries, sendo a utilização de três séries ainda mais eficaz do que duas [12]. Em associação, a utilização de múltiplas séries de exercícios permite que o organismo humano seja capaz de se adaptar às cargas impostas e, por isso, para se obter novos ganhos de força é preciso submeter o corpo a estresses mais intensos, progressivamente [14]. Alguns fatores devem ser levados em consideração ao se escolher o número de séries, são eles: tamanho do músculo, grupo muscular, lesões associadas ao esporte e resultados esperados do treinamento [14].

O uso da série única aplica-se somente para os indivíduos que estão começando o programa de treinamento [14]. Antigamente, acreditava-se que para se obter os ganhos de força eram necessárias três séries dos exercícios, porém novos estudos têm demonstrado que a utilização de apenas uma série é tão eficaz quanto três séries para o aumento do tamanho e da

força musculares [15]. Isto permite que uma maior variedade de exercícios possa ser incluída nos programas de treinamento ao invés de menos exercícios de séries múltiplas, no mesmo período de tempo [15].

Logo, diante da realização de menos exercícios de séries múltiplas e do fato das adaptações neurais do organismo só ocorrerem nos movimentos que são treinados, o aprendizado motor, neste caso, fica limitado apenas a determinados padrões de movimento. Por outro lado, ao utilizar somente uma série por exercício, mais atividades com forma e exigências diferentes podem ser acrescentadas aos programas de treinamento. Com isto, o aprendizado motor, que sucede em virtude das adaptações neurais, vai ocorrer para as mais variadas situações e padrões de movimento, o que é mais adequado diante das solicitações da prática esportiva.

Em relação à quantidade de repetições (volume), 70% dos exercícios escolhidos preconizaram a utilização do tempo (segundos) como unidade de medida e 30% usaram o número de repetições ou de distância percorrida. Dentre os 70%, o tempo mais freqüentemente citado variou de 20 a 30 segundos, ao longo das seis semanas de treinamento.

De acordo com a fórmula universal da física para o cálculo da velocidade, na qual a velocidade é igual ao deslocamento dividido pelo tempo ($V = d/t$), a velocidade é diretamente proporcional ao deslocamento e inversamente proporcional ao tempo. Ou seja, para o indivíduo alcançar maior velocidade de movimento, ele deve percorrer a maior distância (no caso dos saltos, vertical e/ou horizontal) possível no menor tempo permitido. Considerando que o tempo para execução do movimento mais freqüentemente prescrito pelos artigos revisados foi de 20 a 30 segundos, os atletas deverão realizar as atividades pliométricas neste tempo, visando atingir o maior deslocamento do corpo com a maior velocidade possível.

A relevância de tal afirmação é que segundo as bases neurofisiológicas da pliometria quanto maior a velocidade gerada pelo exercício, maior será a ativação do reflexo miotático e o armazenamento de energia elástica pelo componente elástico do músculo, resultando numa posterior contração muscular concêntrica vigorosa e explosiva [2]. O reflexo miotático e o armazenamento de energia, juntamente com a dessensibilização do Órgão Tendinoso de Golgi e a coordenação muscular, compõem os princípios que fundamentam a pliometria [2].

Diante disso, quando os exercícios preconizam o uso do número de repetições ou de distância percorrida como unidade de medida para o volume (30%), o atleta pode realizar as atividades tanto rapidamente quanto lentamente. Executando-as lentamente, a ativação dos componentes neurofisiológicos da pliometria não irá ocorrer corretamente e, conseqüentemente, os efeitos esperados desta técnica, provavelmente, não serão alcançados. Portanto, sugere-se que esses exercícios devam ser adaptados para que sejam realizados de acordo com o tempo de execução.

O tempo de recuperação entre os exercícios e entre as séries está diretamente relacionado à intensidade da atividade,

pois quanto maior a intensidade, maior será o metabolismo do organismo [16]. Logo, para que o exercício seja realizado é preciso que o corpo tenha tempo de normalizar seu metabolismo através do armazenamento de oxigênio e glicose no músculo e no sangue [16].

Os resultados deste estudo demonstraram que o tempo de recuperação entre os exercícios mais utilizados foi de 30 segundos. No entanto, não foram encontradas quaisquer informações específicas sobre esse intervalo. Conclui-se, então, que a aplicação dessa variável depende do objetivo traçado, do esporte praticado pelo atleta e da sua resposta à atividade. Cabe ao fisioterapeuta perceber e questionar seu cliente sobre a intensidade do exercício para que saiba se esse intervalo deve ser mantido, aumentado ou reduzido.

Em relação ao tempo de recuperação entre as séries das atividades selecionadas, apenas os exercícios *Wall jump/Ankle bounces*, *Double leg cone jumps*, *180° jumps* e *Depth jump* apresentaram, respectivamente, 30, 30, 30 e 90 segundos de descanso entre as séries. São necessários 60 a 120 segundos entre as séries para que haja a recuperação das fontes de energia oriundas do sistema do fosfagênio (ATP-CP), que são fundamentais para a realização do esforço máximo [14]. Esse mesmo intervalo de descanso é necessário para que as reservas de energia sejam recuperadas antes da realização de uma nova série [17]. Entretanto, os valores encontrados neste estudo não devem ser considerados, uma vez que todos os exercícios selecionados foram mais freqüentemente realizados com apenas uma série, não sendo necessário, portanto, tempo de recuperação entre as séries.

Todos os exercícios e suas variáveis selecionadas foram citados neste trabalho. No entanto, em um programa prático de treinamento, as atividades desenvolvidas devem ser progressivas para que a sobrecarga ideal seja imposta ao atleta e para que também sejam evitadas as adaptações do organismo aos exercícios. Essa evolução deve ser realizada de acordo com os objetivos do treinamento e com as respostas fisiológicas do paciente à sua realização. Ao longo das seis semanas de pliometria, os exercícios devem progredir de atividades simples para atividades complexas, como: passar de saltos com as duas pernas para apenas uma, de saltos verticais parados para saltos em distância e em profundidade. Em adição, o volume executado também deve evoluir ao longo das semanas, acrescentando mais tempo na realização dos exercícios. O aumento da intensidade da pliometria também pode ser manipulado através da diminuição do tempo de recuperação entre os exercícios. Em associação, o fisioterapeuta deve fazer uso da criatividade e da observação dos movimentos realizados na prática esportiva de seu paciente para indicar formas de exercícios o mais específico e funcional possível. Por fim, existem diversos cuidados que devem ser tomados para a realização segura, correta e eficaz da pliometria, sendo estes muito bem descritos na literatura [13].

A limitação deste estudo refere-se à ausência de pesquisas que utilizem a pliometria como conduta terapêutica na

reabilitação dos membros inferiores em atletas. Isto porque os artigos encontrados destinavam-se a abordar os exercícios pliométricos apenas como uma forma de aperfeiçoar o desempenho de desportistas saudáveis e, alguns poucos, a sua eficácia na prevenção de lesões. Portanto, diante da escassez de material referente à utilização da pliometria na reabilitação do quadrante inferior, sugere-se que novos estudos experimentais sejam realizados para que seja possível verificar os efeitos da pliometria na reabilitação.

Conclusão

Pode-se concluir que a pliometria, quando realizada de forma criteriosa, seguindo princípios como os citados e discutidos neste artigo, é capaz de promover ganhos de força muscular explosiva de forma consistente e progressiva. Isto em virtude de sua capacidade de adaptar e treinar o sistema neuromuscular e não através de mudanças morfológicas dos músculos. A fisioterapia, ao fazer uso da pliometria como um de seus recursos terapêuticos, deve agir de forma facilitadora, reabilitando o atleta, de maneira mais rápida e segura possível, para que ele recupere seu nível de desempenho igual ou superior ao estado pré-lesão.

Agradecimentos

Agradeço a Prof. Ana Lúcia Góes pela sua assessoria científica a esse estudo, pelo incentivo e empenho em me orientar, e sua acessibilidade e confiança no meu trabalho.

Referências

1. Harrelson GL, Leaver-Dunn D. Introdução a reabilitação. In: Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE. Reabilitação física das lesões desportivas. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan 2000;p.136-7.
2. Wilk KE, Voight ML, Keirns MA, Gambetta V, Andrews JR, Dillman CJ. Stretch-shortening drills for the upper extremities: Theory and clinical application. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993;17:225-39.
3. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes: Decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am J Sports Med* 1996;24:765-73.
4. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes: A prospective study. *Am J Sports Med* 1999;27:699-705.
5. Brown ME, Mayhew JL, Boleach LW. Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* 1986;26:1-4.
6. Wilson GJ, Murphy AJ, Giorgi A. Weight and plyometric training: Effects on eccentric and concentric force production. *Can J Appl Physiol* 1996; 21: 301-15.
7. Spurrs RW, Murphy AJ, Watsford ML. The effect of plyometric training on distance running performance. *Eur J Appl Physiol* 2003;89:1-7.
8. Wilkerson GB, Colston MA, Short NI, Neal KL, Hoewischer PE, Pixley JJ. Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump-training program. *J Athl Train* 2004;39:17-23.
9. Irmischer BS, Harris C, Pfeiffer RP, DeBeliso MA, Adams KJ, Shea KG. Effects of a knee ligament injury prevention exercise program on impact forces in women. *J Strength Cond Res* 2004;18:703-07.
10. Chimera NJ, Swanik KA, Swanik CB, Straub SJ. Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *J Athl Train* 2004; 39:24-31.
11. Hakkinen K, Komi PV. Electromyographic changes during strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc* 1983;15:455-60.
12. Clarke HH. Muscular Strength and endurance in man. New Jersey: Englewood Cliffs; 1966. In: Hall C, Brody LT. Deficiência no desempenho muscular. In: Hall C, Brody LT. Exercícios terapêuticos na busca da função. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.p.65.
13. Voight M, Tippett S. Exercício pliométrico em reabilitação. In: Prentice WE, Voight ML. Técnicas em reabilitação musculoesquelética. Porto Alegre: Artmed; 2003:162-8.
14. Martin J, Canavan PK. Fortalecimento e condicionamento: A criação de um plano. In: Canavan PK. Reabilitação em Medicina do Esporte: Um guia abrangente. São Paulo: Manole; 2001.
15. Wilmore JH, Costill DL. Fisiologia do esporte e do exercício. 2ª ed. São Paulo: Manole; 200-103.
16. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3ª ed. São Paulo: Manole 200-47.
17. Hall C, Brody LT. Deficiência no desempenho muscular. In: Hall C, Brody LT. Exercícios terapêuticos na busca da função. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001. 65p.