

INTENSIDADE DO TREINAMENTO DA POTÊNCIA MUSCULAR

MARCOS DANIEL MOTTA DRUMMOND
LEANDRO JUNIO DE SOUZA
AMON RAFAEL DE CARVALHO MOL SILVA
Faculdade Pitágoras, Betim, Minas Gerais, Brasil.
marcos.drummond@pitagoras.com.br

INTRODUÇÃO

Diversas modalidades esportivas envolvem movimentos executados em alta velocidade contra a resistência, o que requer a produção de níveis significativos de força, em um curto intervalo de tempo. Esses movimentos incluem chutes, arremessos, saltos, mudança de direção, entre outros. Nestas atividades a taxa de produção de força e a potência muscular são determinantes para o bom rendimento. A força máxima é menos importante nestas situações (YOUNG, 1993; KAWAMORI e HAFF, 2004; TRZASKOMA *et al.*, 2010).

A força explosiva é definida como a taxa de desenvolvimento da força (TDF), ou seja, a produção de força em uma unidade de tempo. Esse componente da força rápida influencia diretamente a potência muscular, que representa o trabalho mecânico produzido pelos momentos de torque gerados pela contração muscular (equação 1). A potência ainda pode ser definida pelo produto da força e da velocidade do movimento (equação 2) (SCHMIDTBLEICHER, 1992; KAWAMORI e HAFF, 2004). Devido a potência muscular ser produto da força e velocidade, os dois componentes devem ser abordados em um programa de treinamento para o seu desenvolvimento.

$$\text{Potência} = \text{Trabalho} / \text{Tempo} \quad (1)$$

$$\text{Potência} = \text{Força} \times \text{Velocidade (d/t)} \quad (2)$$

Nas contrações isométricas o Trabalho produzido é nulo, pois não existe deslocamento, mas a produção de força explosiva pode ser significativa, determinada por uma elevada velocidade de contração muscular. Assim, as contrações voluntárias máximas (CVM) podem apresentar elevada produção de força explosiva, que podem ser transferidas para os movimentos de alta velocidade (WENZEL e PERFETTO, 1992; TRZASKOMA *et al.*, 2010).

A relação entre força e velocidade é inversamente proporcional, ou seja, quando uma variável aumenta a outra diminui, assim existe uma relação ótima entre elas para a produção da potência máxima (KAWAMORI e HAFF, 2004). Segundo Wilson *et al.* (1993) a potência máxima é produzida em 30% da CVM ou 30 a 45% da Repetição Máxima (RM). Entretanto, Kawamori e Haff (2004) em uma revisão da literatura, encontraram que a utilização de 10 a 80% da RM podem aumentar a produção de potência, variando de acordo com as características da modalidade, nível de condicionamento do atleta e período do planejamento do treinamento.

O treinamento ótimo da potência muscular, com conseqüente melhora no rendimento esportivo, é um desafio para os treinadores, principalmente sobre a tomada de decisão acerca da intensidade a ser adotada. A principal dúvida é se devem ser utilizadas intensidades elevadas, que privilegiam o desenvolvimento de níveis elevados de força, com uma possível transferência ótima para a potência, ou se devem ser utilizadas intensidades baixas, onde a velocidade do movimento é privilegiada, determinando assim maior especificidade e ótima

transferência ao gesto esportivo (YOUNG 1993; KAWAMORI e HAFF, 2004; TRZASKOMA *et al.*, 2010).

A discussão sobre a produção e o treinamento da potência muscular também pode ser relacionada com o treinamento para a hipertrofia muscular e o treinamento complexo (“Complex training”). Entretanto, frente à vastidão do tema, o presente trabalho tem como objetivo dissertar apenas sobre a influência da seleção da intensidade na produção e treinamento de potência, por meio de uma revisão da literatura.

1. INTENSIDADE BAIXA – VELOCIDADE DE MOVIMENTO ELEVADA

Segundo Kawamori e Haff (2004) o treinamento com intensidades baixas pode ser denominado Treinamento Explosivo, pela alusão à velocidade de movimento gerada. As intensidades utilizadas estão entre 30 e 60% da RM ou CVM, que resultam em elevadas taxas de desenvolvimento da força (TDF) e velocidade de movimento. O conceito do treinamento explosivo é baseado na produção de movimentos com velocidades mais próximas às características esportivas específicas, o que determinaria um maior aumento na TDF e na potência ótima (WENZEL e PERFETTO, 1992; TRZASKOMA *et al.* 2010).

Wilson *et al.* (1993) compararam o efeito de 3 tipos de treinamento (Agachamento com intensidade elevada, Salto em profundidade e Salto agachado explosivo) sobre o desempenho em atividades dinâmicas, como corrida de 30m, salto contramovimento e salto agachado. O grupo que realizou o agachamento apresentou aumento significativo na CVM (7%), ao contrário dos outros grupos, que não apresentaram diferenças significativas. Todos os grupos aumentaram o desempenho nas atividades proposta, mas o grupo que realizou o salto agachado explosivo apresentou maiores ganhos nas alturas dos saltos propostos. Segundo esses autores, os resultados indicam que as adaptações são específicas, onde o treinamento explosivo propicia maior desenvolvimento da potência máxima e aumento do desempenho esportivo. Isto ocorre principalmente nas modalidades em que o tempo disponível para aplicação da força é curto, que tornam necessária a realização de movimentos rápidos, explosivos.

Young (1993) afirma que o treinamento com baixas intensidades, permite um maior desenvolvimento da coordenação intermuscular, a partir do recrutamento específico dos músculos sinergistas do movimento, somado a um maior relaxamento dos músculos antagonistas aos movimentos articulares. Essa característica garante boa especificidade às modalidades esportivas. Ainda, esse autor sugere que esse tipo de treinamento é mais eficiente realizado em campo, utilizando os movimentos e exigências específicas da modalidade alvo, devendo principalmente fazer parte do planejamento do treinamento no período pré-competição, específico.

Jones *et al.* (2001) compararam dois protocolos de treinamentos, onde 16 indivíduos, experientes no treinamento de força, foram divididos em dois grupos. Um grupo realizou o treinamento de força com baixa intensidade (40% da RM) e o outro com intensidade elevada (80% da RM). Em ambos os grupos as contrações eram realizadas na velocidade máxima na fase concêntrica. Os resultados apresentaram especificidade em relação à melhoria no desempenho dos saltos, onde o grupo que treinou com intensidade baixa obteve um maior aumento no pico de potência no salto sem resistência externa (salto contramovimento), enquanto o grupo treinado com intensidade elevada apresentou maiores ganhos nos saltos com resistência externa (salto contramovimento com adição de carga externa – 30 e 50% de 1RM no agachamento). O ganho de força, obtidos nos testes de 1 RM no agachamento, foram maiores no grupo de intensidade elevada.

Os exercícios pliométricos são utilizados como estímulos de resistência baixa e elevada velocidade de movimento, pois possivelmente utilizam do ciclo alongamento-encurtamento do músculo esquelético. Assim, a produção de força na fase concêntrica do movimento é potencializada, o que permite produzir maiores níveis de TDF e potência no tempo disponível (YOUNG 1993; KAWAMORI e HAFF, 2004). Segundo Johnson *et al.* (2011), as evidências sugerem que o treinamento pliométrico gera um aumento significativo na velocidade do chute e agilidade em indivíduos jovens, sendo estas, manifestações da potência muscular. Essa afirmação é confirmada pelos achados de Luebbers *et al.* (2003), que demonstraram que 4 e 7 semanas de treinamento pliométrico foram eficientes para aumento na produção de potência máxima e na altura do salto vertical (com movimento livre dos braços). Resultados semelhantes foram obtidos por Meylan e Malatesta (2009) e Rubley *et al.* (2011).

Entretanto, Fatouros *et al.* (2000) obtiveram resultados contrários, ao comparar o efeito crônico do treinamento pliométrico e o treinamento de força convencional, sobre a performance de atletas de futebol profissional da Noruega. Os resultados não demonstraram diferenças significativas, entre um grupo que realizou o treinamento de força com elevada resistência (70-95% de 1RM) e outro grupo que treinou apenas com exercícios pliométricos.

Os achados acerca da utilização de intensidades baixas no treinamento da potência muscular apontam sua eficiência no treinamento de capacidades específicas da modalidade, o que pode servir de base para a seleção da intensidade na programação e prescrição do treinamento.

2. INTENSIDADE ELEVADA – VELOCIDADE DE MOVIMENTO BAIXA

O treinamento com intensidades elevadas é frequentemente denominado treinamento de resistência pesada (tradução literal) ou treinamento com elevada resistência. A resistência aplicada é geralmente acima de 80% da RM ou CVM, onde por consequência a velocidade de movimento é reduzida, diretamente proporcional, até atingir a isometria na CVM (KAWAMORI e HAFF, 2004).

Harris *et al.* (2000) afirmam que o treinamento com alta resistência aumenta de forma significativa a força muscular, determinada a partir da RM, ao contrário do treinamento explosivo, que apresenta maiores ganhos na potência máxima. Mas, esses autores deixam claro que o treinamento com elevada resistência, também leva a aumentos significativos na potência, apesar de menores quando comparados ao treinamento explosivo. Segundo Kawamori e Haff (2004), quando são utilizadas intensidades elevadas, a velocidade de contração muscular precisa ser máxima, para que elevados valores de TDF sejam produzidos e transferidos para os movimentos de elevada velocidade de contração. Inclusive o treinamento isométrico, pode ser aplicado com o objetivo de aumentar o rendimento nas tarefas que exijam força explosiva, com produção de trabalho. Essas afirmações são corroboradas pelas afirmações de Young (1993), que ainda acrescenta que apesar da velocidade de contração no treinamento explosivo ser elevada, ela não é necessariamente a máxima, onde os indivíduos podem burlar o método de treinamento e não executar a maior velocidade de contração possível, o que pode influenciar negativamente os resultados. Já no treinamento com intensidade elevada, o atleta possui menos recursos para não produzir as maiores TDF, pela dificuldade de realizar a tarefa no tempo imposto, assim um importante parâmetro no treinamento é alcançado de forma satisfatória. Ainda, Khamoui *et al.* (2009) encontraram elevada correlação entre ações isométricas explosivas, executadas entre 50 e 100 milissegundos, e a altura do salto vertical.

Segundo Kawamori e Haff (2004), ambas as intensidades de treinamento alteram a curva força X velocidade, onde o treinamento explosivo aumenta os valores de velocidade de

movimento para os mesmos valores de força, enquanto o treinamento com resistência elevada aumenta os valores de força para uma mesma velocidade.

Wenzel e Perfetto (1992) compararam dois protocolos de treinamento, um realizado de forma explosiva, onde a velocidade foi priorizada e outro de elevada resistência, em baixa velocidade. A amostra consistiu de 65 atletas de Baseball, da primeira divisão universitária dos Estados Unidos. Após 10 semanas de treinamento, ambos os grupos apresentaram aumento na altura no salto vertical, potência máxima em teste específico e no teste de 1 RM no Agachamento. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos. Os autores sugerem que o treinamento explosivo não é mais eficiente para aumento na produção de potência e rendimento específico nas modalidades, podendo ser substituído pelo treinamento com resistência elevadas. Entretanto, todos os atletas executaram o mesmo treinamento específico para a modalidade, enquanto participavam do estudo. Ainda, os protocolos apresentavam grande diferença entre si, onde os intervalos foram de 2:1 no grupo de treinamento explosivo e 12:1 no grupo de treinamento com resistência elevada. O número de repetições foi máximo para o grupo explosivo e de 8 a 10 repetições para o grupo de elevada resistência.

O uso do treinamento com resistência elevada se baseia no princípio do tamanho no recrutamento das unidades motoras. A utilização de intensidades elevadas, que determinam maiores tempos de contração, permite um maior recrutamento das unidades motoras de contração rápida. Esse tipo de unidade motora é constantemente recrutado nas modalidades em que contrações dinâmicas rápidas e vigorosas são necessárias para um bom rendimento, sendo também responsáveis pela produção de níveis elevados de potência muscular. Outras adaptações intramusculares são otimizadas pelo treinamento com resistência elevada, em comparação com o treinamento explosivo, tais como a frequência de estimulação e sincronização das unidades motoras (WENZEL e PERFETTO, 1992; YOUNG, 1993; HARRIS *et al.*, 2000; JONES *et al.*, 2001; KAWAMORI e HAFF, 2004; TRZASKOMA *et al.*, 2010).

Outra adaptação importante do treinamento com intensidades elevadas é o aumento da área de secção transversa (AST), que ocorre principalmente neste tipo de treinamento, em comparação ao treinamento explosivo (YOUNG, 1993; KAWAMORI e HAFF, 2004). O aumento da AST apresenta correlação direta com a produção de força muscular, o que pode por consequência influenciar positivamente a produção de potência (AKAGI *et al.*, 2009). Os resultados do estudo de Hermassi *et al.* (2011), corroboram a utilização de intensidades elevadas para aumento da produção de potência muscular, junto com o aumento da área de secção transversa. Assim, frente a essa adaptação estrutural, somada às adaptações intramusculares já relacionadas, Young (1993) e Jones *et al.* (2001), sugerem que o treinamento com intensidades elevadas sejam privilegiados no período básico (geral) do treinamento, enquanto o treinamento explosivo se aproveitaria desses ganhos e permitiria uma transferência otimizada para o desempenho esportivo, sendo utilizado principalmente no período específico e pré-competitivo.

3. TREINAMENTO COM PRODUÇÃO DE POTÊNCIA MÁXIMA

A determinação da intensidade específica de um exercício, movimento ou gesto esportivo, que leve a produção da potência máxima e, conseqüentemente, treinar com esta intensidade, pode ser uma estratégia eficiente no treinamento. Essa determinação permite uma prescrição específica em relação à velocidade de movimento e coordenação intra e intermuscular (KAWAMORI e HAFF, 2004). Kaneko *et al.* (1983) afirmam que treinar utilizando a intensidade que permite a produção ótima de potência, em um gesto específico, é mais eficiente no aumento da potência máxima. Baker *et al.* (2001) sugerem que jogadores

profissionais de Rugby, treinados com a intensidade específica de produção máxima de potência, alcançam melhores resultados no salto agachado.

Segundo Kawamori e Haff (2004), a intensidade ótima para a produção máxima de potência varia de acordo com a natureza (característica) dos exercícios (Quadro 1). O número de articulações e os segmentos corporais mobilizados, membros inferiores ou membros superiores, diferenciam a intensidade ótima para a produção da potência máxima.

<i>Tipo de Exercício</i>	<i>Intensidade ótima</i>
<i>Membros Superiores</i>	
Flexão de ombros (mono-articular)	30 – 50% de 1RM 30% da CVM
Supino Reto (multi-articular)	40 – 50% de 1RM
Supino inclinado (multi-articular)	55% de 1 RM
<i>Membros inferiores (multi-articular)</i>	
Meio Agachamento	50 – 70% de 1RM
Leg-press (45°)	60% de 1 RM
Salto agachado (BAKER et al., 2001)	50 – 59% DE 1RM
Salto agachado (BEVAN et al. 2010)	Apenas a massa corporal total

Quadro 1. Intensidades ótimas específicas, para produção de potência máxima.

Fonte: Adaptado de Kawamori e Haff (2004).

Ainda, Kawamori e Haff (2004) sugerem que treinar com a intensidade ótima para produção da potência máxima, permite uma transferência ótima para a tarefa esportiva, mesmo se o tempo disponível e o valor ótimo de potência exigido por essa tarefa não forem idênticos aos utilizados nos treinos. Entretanto, esses autores sugerem que na evolução do planejamento do treinamento, à medida que a especificidade for priorizada, os gestos e tempo disponível também devem ser controlados durante o treinamento.

Contrário ao esperado na utilização dessa forma de seleção da intensidade, Harris *et al.* (2008) não encontraram diferenças significativas no resultado do teste de 40m, seja na análise dos 10 metros iniciais ou 30 metros finais, entre um grupo que realizou treinamento de resistência elevada (80% de 1RM) e o grupo que utilizou as intensidades ótimas individuais (20 a 43% de 1 RM). O treinamento consistia em realizar 3 séries de 8 repetições na “machine squat jump”, onde apenas a intensidade foi diferente.

4. COMBINAÇÃO DE INTENSIDADES BAIXAS E ELEVADAS

As combinações de intensidades elevadas e baixas têm demonstrado maior eficiência no aumento da potência e do rendimento específico das modalidades esportivas. Harris *et al.*

(2000) compararam 3 diferentes métodos de treinamento de força: Treinamento com resistência elevada, treinamento explosivo (alta potência, segundo os autores) e o treinamento combinando os dois métodos. Os melhores resultados foram obtidos no treinamento combinado, que apresentou melhora em 7 variáveis (1RM nos exercícios de agachamento e no levantamento terra, salto vertical, salto horizontal, potência pico do salto vertical e no teste de corrida de 10 jardas), sendo que as adaptações que coincidiram com os outros grupos apresentaram um maior aumento neste grupo ($p \leq 0,05$). Segundo esses autores a combinação dos dois métodos permite a resposta mais rápida para um mesmo período de treinamento, devido à transferência ótima e imediata das adaptações geradas pelo treinamento com intensidades elevadas para as exigências específicas.

Os resultados do estudo de Trzaskoma *et al.* (2010) também apontam para a combinação do treinamento com resistência elevada e do treinamento explosivo pliométrico, como uma alternativa para a otimização dos resultados no treinamento de força.

Entretanto, Ronnestad *et al.* (2008) não encontraram diferenças significativas entre um grupo que realizou o treinamento de força convencional (6-8 RM) e outro que utilizou os mesmos parâmetros da carga desse treinamento, mas com adição de exercícios pliométricos (saltos múltiplos). Os autores apontam que a adição dos exercícios pliométricos não foi suficiente para provocar maiores adaptações, neste período de tempo, devido ao fato de que os atletas continuaram a realizar os exercícios específicos da modalidade, ou já estavam adaptados aos estímulos específicos do treinamento pliométrico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A decisão acerca da seleção da intensidade do treinamento é direcionada por diversos aspectos, que vão desde as adaptações musculares e velocidades específicas de movimentos, até a fase do treinamento. Utilizar intensidades baixas, ou seja, impor uma menor resistência privilegia a velocidade do movimento e a coordenação intermuscular, sendo mais específico aos gestos, devendo assim ser utilizado na fase específica do treinamento. Já ao adotar intensidades elevadas, as adaptações intramusculares são privilegiadas, junto ao aumento da AST, assumindo uma elevada importância no período básico do treinamento. A transferência destas adaptações ocorre de maneira satisfatória desde que as contrações sejam realizadas na velocidade máxima. O treinamento isométrico máximo também proporciona bons resultados. A combinação destes métodos também é uma excelente opção de prescrição, pois permite ganhos otimizados e em menor tempo, já que a transferência entre suas adaptações ocorre continuamente. Frente a todas as informações levantadas fica claro que o treinador possui direcionamentos, que o auxiliam na tomada de decisão acerca da intensidade do treinamento de potência muscular, mas deve sempre agir de forma crítica e individualizada.

REFERÊNCIAS

AKAGI, R. *et al.* Relationships between muscle strength and indices of muscle cross-sectional area determined during maximal voluntary contraction in middle-aged and elderly individuals. **J Strength Cond Res.**, vol. 23, n.4, p. 1258–1262, 2009.

BAKER, D. *et al.* The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. **J Strength Cond Res.**, vol. 15, n.1, p. 92–97, 2001.

JOHNSON, B.A. *et al.* A Systematic Review: Plyometric Training Programs for Young Children. **J Strength Cond Res.**, vol. 25, n. 9, p. 2623- 2633, 2011.

- BEVAN H.R. *et al.* Optimal loading for the development of peak power output in professional rugby players. **J Strength Cond Res.**, vol. 24, n.1, p.43–47, 2010.
- FATOUROS, I.G. *et al.* Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. **J Strength Cond Res.**, vol.14, p. 470–476. 2000.
- HARRIS K. *et al.* Squat jump training at maximal power loads vs. heavy loads: effect on sprint ability. **J Strength Cond Res.**, vol.22, n.6, p.1742–1749, 2008.
- HARRIS G. *et al.* Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. **J Strength Cond Res.**, vol.14 n.1, p.14–20, 2000.
- HERMASSI, S. *et al.* 8- Week in- Season Upper and Lower Limb Heavy Resistance Training on The peak Power, Throwing Velocity, and Sprint Performance of Elite Male Handball Players. **J Strength Cond Res.**, vol. 25, n.9, p. 2424-2423, 2011.
- JONES K. *et al.* The effects of varying resistance-training loads on intermediate– and high-velocity-specific adaptations. **J Strength Cond Res.**, vol.15, n.3, p.349–356, 2001.
- KANEKO, M. *et al.* Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. **Scand. J. Sports Sci.** vol.5, p. 50–55. 1983.
- KAWAMORI N.; HAFF G.G. The optimal training load for the development of muscular power. **J Strength Cond Res.**, vol.18, n.3, p.675–684, 2004.
- KHAMOUI A.V. *et al.* Relationship between force-time and velocity-time characteristics of dynamic and isometric muscle actions. **J Strength Cond Res.**, vol.0, n.0, p.1–7, 2009.
- LUEBBERS P.E. *et al.* Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. **J Strength Cond Res.**, vol.17, n.4, p. 704–709, 2003.
- MEYLAN, C.; MALATESTA D. Effects of In-season Plyometric Training within Soccer Practice on Explosive Actions of Young Players. **J Strength Cond Res.**, vol. 23, n. 9, p. 26-33, 2009.
- RONNESTAD R.B. *et al.* Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. **J Strength Cond Res.**, vol.22, n.3, p.773–780, 2008.
- RUBLEY, M.D. *et al.* The Effect of Plyometric Training on Power and Kicking Distance in Female Adolescent Soccer Players. **J Strength Cond Res.**, vol.25, n.1, p.129- 134, 2011.
- SCHMIDTBLEICHER, D. Training for power events. In: **Strength and Power in Sport**. P.V. Komi, ed. Boston: Blackwell Scientific Publications, pp. 381–395, 1992.
- TRZASKOMA L. *et al.* The effect of a short-term combined conditioning training for the development of leg strength and power. **J Strength Cond Res.**, vol. 4, n.9, p.2498–2505, 2010.
- WENZEL R.; PERFETTO E., The effect of speed versus non-speed training in power development. **Journal of Applied Sport Science Research**, vol. 06, n.02, p. 82-87, 1992.
- WILSON, G. J. *et al.* The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.25, p.1279–1286, 1993.
- YOUNG W. Training for Speed/Strength: Heavy vs. Lights loads. **National Strength & Conditioning Association Journal**. Vol. 15 n. 05, p. 34-42, 1993.

Autor principal: MARCOS DANIEL MOTTA DRUMMOND.
Endereço: R. Des. Penna, 95, Belvedere. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
Telefone: (31) 8481-8246.
Email: marcos.drummond@pitágoras.com.br