

Gisele Freire da Silva

**PROTÓCOLOS DE TREINAMENTO DE FORÇA E A
CONCENTRAÇÃO DE LACTATO SANGUÍNEO**

Belo Horizonte
2010

Gisele Freire da Silva

PROCOLOS DE TREINAMENTO DE FORÇA E A CONCENTRAÇÃO DE LACTATO SANGUÍNEO

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Treinamento Esportivo da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Treinamento Esportivo.

Área de Concentração: Musculação

Orientador: Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

Coorientador: Prof. Dr. Fernando Vítor Lima

Belo Horizonte
2010



Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Monografia intitulada “Protocolos de treinamento de força e a concentração de Lactato sanguíneo”, de autoria da pós-graduanda Gisele Freire da Silva aprovada pelos professores

Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas – EEFFTO – UFMG – Orientador

Prof. Dr. Fernando Vítor Lima – EEFFTO – UFMG – Coorientador

Belo Horizonte, 28 de maio de 2010

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus a dádiva do crescimento e do progresso. Dessa forma é possível que nos tornemos seres melhores e mais evoluídos em todos os setores de nossas vidas.

À minha família, em especial a minha querida mãe (Vera) que sempre está ao meu lado me apoiando em todos os meus empreendimentos.

À minha inesquecível e grandiosa amiga e parceira Erica.

E é claro aos meus grandes e eternos orientadores e amigos Mauro e Fernando.

Enfim, considero a conclusão deste trabalho um passo importante para alçar vôos maiores, onde não quero colocar limites para minhas realizações e provar cada vez mais da maravilha que é o poder da mente e da superação.

Gisele

EPÍGRAFE

CONFIA SEMPRE

Não percas a tua fé entre as sombras do mundo.

Ainda que os teus pés estejam sangrando,
segue para frente, erguendo-a por luz celeste,
acima de ti mesmo.

Crê e trabalha.

Esforça-te no bem e espera com paciência.

Tudo passa e tudo se renova na terra,

Mas o que vem do céu permanecerá.

De todos os infelizes os mais desditosos são
os que perderam a confiança em Deus e em si
mesmo,

porque o maior infortúnio é sofrer a privação de
fé

e prosseguir vivendo.

Eleva, pois, o teu olhar e caminha.

Luta e serve. Aprende e adianta-te.

Brilha a alvorada além da noite.

Hoje, é possível que a tempestade te amarfanhe
o coração

E te atormente o ideal,

Aguilhoando-te com a aflição ou ameaçando-te
com a morte.

Não te esqueças, porém, de que amanhã será
outro dia.

MEIMEI

Por CHICO XAVIER

RESUMO

O objetivo do presente estudo é realizar um levantamento bibliográfico que possibilite apresentar a relação entre determinados protocolos de treinamento de força e a resposta da concentração de lactato sanguíneo por meio da análise de estudos experimentais e livros textos que envolvem esta temática. Para tanto foram utilizados os sites de busca *Highwire Press* da *Stanford University* (www.highwire.org), Periódicos CAPES (www.periodicos.capes.gov.br) e Pubmed/Medline (www.pubmed.com.br) e alguns livros texto. Na procura dos artigos não houve distinção na seleção de data inicial até trabalhos de datas recentes. Os artigos utilizados foram aqueles que tiveram acesso para download. Através da revisão bibliográfica foi possível observar que vários estudos apontam que protocolos com cargas de treinamento objetivando hipertrofia muscular apresentam maior demanda metabólica, especialmente maior [La], sendo que, o mesmo tem sido relacionado com alteração na concentração de hormônios, em especial GH. A discussão dos mecanismos que explicam a relação entre o lactato e o GH é citada em vários trabalhos e normalmente partem do mesmo princípio, a acidificação no músculo tem sido relacionada à estimulação de quimiorreceptores, os quais enviam sinais aferentes para o sistema hipotálamo-hipófise através dos grupos III e IV das fibras nervosas aumentando dessa forma a liberação de GH. Estudos futuros ainda são necessários para esclarecer com mais detalhes os processos interativos entre estas variáveis (GH e [La]).

Palavras-chave: Protocolos. Treinamento de força. Lactato sanguíneo. Hormônios anabólicos.

ABSTRACT

The aim of this study is to realize a bibliographical survey that enables to present the relation between some strength training protocols and the blood lactate concentration response through the analysis of experimental studies and textbooks involving this theme. For this the search websites Stanford University High Wire Press (www.highwire.org), *CAPES journals* (www.periodicos.capes.gov.br) and *Pubmed/Medline* (www.pubmed.com.br) and some text books had been used. In the search for the articles there was no difference in the selection of initial date until recent work dates. The articles used were ones which had access to download. Through the literature review it was observed that several studies show that protocols with training loads aiming muscle hypertrophy have a higher metabolic demand, especially higher [La], whereas, it has been associated with changes in concentration of hormones, especially GH. The discussion of the mechanisms that explain the relation between lactate and GH is cited in several studies and usually depart the same principle, acidification in the muscle has been linked to stimulation of chemoreceptors, which send afferent signals to the hypothalamus-pituitary system through the groups III and IV nerve fibers thereby increasing the release of GH. Future studies are still required to clarify in more detail the interactive processes among these variables (GH and [La]).

Key-words: Protocols. Strength training. Blood lactate. Anabolic hormones.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Concentrações de lactato para 1 e 3 minutos de pausa	20
FIGURA 2	Representação esquemática dos eventos de sinalização para o aumento da força e/ou potência	26
FIGURA 3	Mudança na concentração plasmática do lactato e do hormônio do crescimento no exercício sem oclusão e com oclusão.....	27
FIGURA 4	Mudança aguda na concentração do lactato sanguíneo e hormônio do crescimento após exercícios sem pausa no meio da série e com pausa no meio da série.....	29
QUADRO 1	Tempo de pausa e estresse fisiológico.....	21
QUADRO 2	Síntese dos valores de referência para hipertrofia considerando diferentes autores.....	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Objetivo.....	11
1.2	Justificativa.....	11
2	METODOLOGIA.....	12
3	DESENVOLVIMENTO.....	13
3.1	Metabolismo anaeróbico.....	13
3.2	Protocolos de treinamento de força: hipertrofia muscular.....	14
3.2.1	Componentes da carga de treinamento: treinamento da força muscular.....	15
3.2.1.1	Volume.....	15
3.2.1.2	Intensidade.....	16
3.2.1.3	Duração.....	17
3.2.1.4	Densidade.....	19
3.2.1.5	Frequência.....	22
3.3	Protocolos de treinamento de força e a produção de lactato.....	25
3.4	Lactato sanguíneo e hormônios anabólicos.....	28
3.5	Análise crítica.....	30
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O desempenho de força muscular é importante para a prática de esportes, postura, atividades da vida diária, entre outros (BIRD *et al.*, 2005).

A inclusão do treinamento da capacidade física força está presente em vários programas de treinamento (TAN, 1999). Através das diferentes manipulações da carga de treinamento é possível se treinar esta capacidade e se obter diferentes adaptações neuromusculares (TAN, 1999; BIRD *et al.*, 2005).

A hipertrofia muscular é uma adaptação morfológica resultante do treinamento de força (BURESH *et al.*, 2009) e pode ser obtida utilizando protocolos com configurações da carga de treinamento que levem em consideração os valores de referência para o alcance deste objetivo (CAMPOS *et al.*, 2002; AHTIAINEN *et al.*, 2003, 2005; BURESH *et al.*, 2009).

Os protocolos de treinamento que são indicados na literatura para provocar a hipertrofia muscular estão associados com valores maiores de lactato sanguíneo em comparação com outros tipos de treinamento (KRAEMER *et al.*, 1990, 1993), sendo que, o mesmo pode ser um bom indicador da demanda fisiológica relacionada aos sistemas de fornecimento de energia (STALLKNECHT *et al.*, 1998; PHILIP *et al.*, 2005). Além disso, foi relatado que há uma relação entre a concentração deste metabólito e a concentração de determinados hormônios (KRAEMER *et al.*, 1993), embora ainda não esteja totalmente descrito em detalhes, como a alteração neste metabólito poderia estar relacionada com o aumento da liberação de hormônios anabólicos. Vários estudos tem confirmado a alteração na concentração do GH (hormônio do crescimento), por exemplo, após a realização de um treinamento de força (SUTTON; LAZARUS, 1976; SUTTON, 1977; KRAEMER *et al.*, 1990, 1993; HAKKINEN; PAKARINEN, 1993; KRAIG; KANG, 1994; AHTIAINEN *et al.*, 2003; GOTO *et al.*, 2005, 2008, 2009; TANIMOTO & ISHII, 2006; SMILIOS *et al.*, 2007; BURESH *et al.*, 2009).

Dessa forma, é possível perceber a necessidade de compreender melhor esta temática. Visto que, os profissionais de Educação Física terão maiores subsídios para a intervenção na prescrição do treinamento de força nos diferentes locais de atuação.

Por este motivo realizar um estudo de revisão bibliográfica sobre protocolos de treinamento de força e concentração de lactato sanguíneo é muito importante, sendo que

trará uma maior visão sobre a temática que auxiliará na prescrição de diferentes cargas de treinamento pelos profissionais da área.

1.1 Objetivo

O objetivo do presente estudo é realizar um levantamento bibliográfico que possibilite apresentar a relação entre determinados protocolos de treinamento de força e a resposta da concentração de lactato sanguíneo por meio da análise de estudos experimentais e livros textos que envolvem esta temática.

1.2 Justificativa

É importante que os profissionais de Educação Física compreendam de forma cada vez mais aprofundada as respostas que o corpo humano terá na presença de diferentes cargas de treinamento. O lactato sanguíneo é considerado um importante marcador fisiológico para demanda energética e tem sido relacionado à liberação de hormônios anabólicos, sendo assim, fazer uma análise da bibliografia sobre a concentração de lactato sanguíneo em diferentes protocolos de treinamento de força, poderá ser mais um subsídio para auxiliar na compreensão e na elaboração de programas que visem treinar esta capacidade física.

2 METODOLOGIA

A presente monografia trata-se de um levantamento bibliográfico com o objetivo de compreender a relação entre a utilização de diferentes protocolos de treinamento de força e a concentração de lactato sanguíneo. O levantamento bibliográfico foi realizado utilizando os sites de busca *Highwire Press* da *Stanford University* (www.highwire.org), Periódicos CAPES (www.periodicos.capes.gov.br) e Pubmed/Medline (www.pubmed.com.br) e alguns livros texto. Na procura dos artigos não houve distinção na seleção de data inicial até trabalhos de datas recentes. Os artigos utilizados foram aqueles que tiveram acesso para download. As palavras chaves utilizadas foram: protocolos, treinamento de força, lactato sanguíneo, hormônios anabólicos.

A estrutura deste estudo monográfico foi baseada nas recomendações de França e Vasconcelos (2004) e consistiu de três elementos textuais básicos: Introdução, Desenvolvimento e Considerações Finais (Análise crítica).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Metabolismo anaeróbico

A energia é necessária para realizar atividades físicas e é fornecida através do ATP. No músculo, a energia da quebra do ATP pela miosina ATPase ativa os mecanismos necessários para a realização da contração muscular, porém devido aos estoques celulares serem reduzidos é necessário ressintetizá-los. O organismo dispõe de vias aeróbicas e anaeróbicas para realizar este trabalho, contudo priorizaremos o metabolismo anaeróbico, que é predominantemente utilizado para o suprimento energético no treinamento de força (MAUGHAN *et al.*, 2000).

O músculo do esqueleto humano pode gerar força sem o uso do oxigênio, dessa forma a energia será fornecida anaerobicamente. Existem dois sistemas que permitem este processo: ATP-CP e glicólise. No primeiro não há produção de lactato (alático) e no segundo há produção de lactato (lático) (MAUGHAN *et al.*, 2000).

Juntos o ATP e CP (fosfocreatina) são chamados de fosfogênios e sua principal característica é o fato de o seu estoque de energia ser imediatamente disponível para a contração muscular (MAUGHAN *et al.*, 2000). A fosfocreatina é utilizada para ressintetizar o ATP rapidamente, a liberação da mesma é facilitada pela enzima creatina quinase (CK), que atua para separar a creatina do Pi, dessa forma a energia liberada pode então ser utilizada para ligar o Pi à molécula de ADP formando então o ATP (WILMORE; COSTILL, 2001). A desvantagem deste sistema é o pequeno estoque de ATP-CP (MAUGHAN *et al.*, 2000).

Sob condições normais o músculo não se exaure após alguns segundos de esforço, o que indica que uma fonte energética diferente dos fosfogênios está disponível. Esta energia provém da glicólise, nome dado ao processo que envolve a quebra da glicose até piruvato. Em situações anaeróbicas este piruvato é convertido em lactato. A glicólise anaeróbica não utiliza oxigênio, mas gera ATP, disponível para a contração muscular através de reações que envolvem fosforilação a nível de substrato (MAUGHAN *et al.*, 2000). A Glicólise é um sistema muito mais complexo do que o ATP-CP envolvendo 12 reações enzimáticas

para a degradação do glicogênio em ácido láctico (WILMORE; COSTILL, 2001). Ela desempenha também o papel de gerar energia rapidamente (MCARDLE *et al.*, 1998).

A taxa de formação de lactato sanguíneo depende principalmente da intensidade do exercício. Nas atividades de alta intensidade, os estoques de glicogênio muscular são quebrados rapidamente com alta taxa de formação de lactato sanguíneo, parte dele difunde-se para a corrente sanguínea (MAUGHAN *et al.*, 2000). O acúmulo do lactato sanguíneo não ocorre em todos os níveis de exercício, é somente quando a remoção não encontra paralelismo com a produção (MCARDLE, *et al.*, 1998).

No exercício a via energética que será utilizada predominantemente dependerá da intensidade e da duração do exercício.

O treinamento de força é caracterizado por ser uma atividade intermitente de alta intensidade e curta duração, sendo assim é predominantemente anaeróbico tendo como as principais fontes energéticas utilizadas: o sistema ATP-CP, e a glicólise anaeróbica (LAMBER; FLYNN, 2002), sendo que o início da contração exige mais da hidrólise da creatina, aumentando a demanda da glicólise após alguns segundos com conseqüente acúmulo de lactato (MAUGHAN *et al.*, 2000).

A glicólise torna-se a principal fornecedora de ATP em exercícios muito intensos com duração de 1 a 3 minutos (FLECK; KRAEMER, 1999).

3.2 Protocolos de treinamento de força: hipertrofia muscular

A manipulação dos componentes da carga de treinamento pode acarretar diferentes respostas adaptativas, como por exemplo, a hipertrofia muscular, o aumento da força muscular, entre outros (CAMPOS *et al.*, 2002). A literatura apresenta através de diversos autores valores de referência para os componentes da carga como proposta de utilização em protocolos de hipertrofia.

3.2.1 Componentes da carga de treinamento da força muscular

3.2.1.1 Volume

O volume de treinamento é uma medida da quantidade total de trabalho (joules) realizado em uma sessão de treinamento (FLECK; KRAEMER, 1999). Este componente tem sido calculado também através de formas mais simples: número total de repetições (séries x repetições) (TAN, 1999); somatório do peso levantado (série x repetições x peso) (TAN, 1999) e somatória do número de séries e de repetições (KRAEMER ; RATAMESS, 2004).

O número de repetições em uma série de treinamento de força depende da intensidade em que é realizado o exercício. Conforme se aumenta a intensidade o número de repetições é reduzido (WEINECK, 1999).

Na literatura o número de séries e repetições, assim como os demais componentes da carga de treinamento têm variações entre diversos autores para o mesmo objetivo, mas em todos os casos percebe-se a redução do número de repetições quando a intensidade do exercício é aumentada (FLECK; KRAEMER, 1999; GROSSER *et al.*, 1988; KOMI, 1992; KRAEMER; HÄKKINEN, 2004; MATVÉIEV, 1986; WEINECK, 1999; ZAKHAROV, 1992).

O número de séries e repetições de um exercício deve estar relacionado aos objetivos do treinamento. Para se obter adaptações ótimas no treinamento de força normalmente utilizam-se de **3 a 6** séries. Alguns autores consideram séries múltiplas mais eficientes para o desenvolvimento da força muscular em relação a séries únicas (KRAEMER *et al.*, 2000; SCHLUMBERGER *et al.*, 2001). No entanto, Hass *et al.* (2000) observaram aumentos semelhantes na capacidade física força na utilização de séries simples e múltiplas. Segundo Tesch (1992), em uma sessão de treinamento de alta intensidade os halterofilistas chegam a realizar de **20 a 25** séries por grupo muscular. Encontra-se com maior freqüência a recomendação de **6-8 a 12** repetições por série para o desenvolvimento da massa muscular (BADILLO; AYESTARÁN, 2001; FLECK; KRAEMER, 1999; GROSSER *et al.*, 1988; McARDLE *et al.*, 1998; SCHMIDTBLEICHER, 1992; TESCH, 1992; ZAKHAROV, 1992), com o número de

séries variando de **3 a 5** podendo chegar a **8** para atletas de alto nível (GROSSER *et al.*, 1988). Fleck e Kraemer (1999) colocam que a hipertrofia pode ocorrer em um treinamento de baixa intensidade com volume de **8 a 20** repetições em **3 a 5** séries por exercício, sendo que Badillo e Ayestarán (2000) indicam o mesmo número de séries para o aumento da massa muscular. As normativas segundo Güllich; Schmidtbleicher (1999) para número de séries e repetições se diferem das recomendadas por Fleck e Kraemer (1999) apenas em relação às séries recomendadas (**3 a 6** séries).

3.2.1.2 Intensidade

De acordo com Badillo e Ayestarán (2001) a intensidade é definida como o grau de esforço exigido por um exercício. Esta abordagem é bem ampla, visto que, o volume do treino também pode representar o grau de esforço exigido e que diferentes volumes podem representar diferentes demandas fisiológicas (KRAEMER *et al.*, 1990; 1993).

A intensidade pode ser classificada também como absoluta (peso levantado por repetição) ou relativa (percentual de uma repetição máxima = 1RM ou de nRM) (BADILLO; AYESTARÁN, 2001; TAN, 1999; FLECK; KRAEMER, 1999). A utilização de valores absolutos para quantificar a intensidade é uma opção falha, pois, o aumento do peso pode não representar aumento da intensidade, mas apenas um ajuste.

Encontra-se na literatura diferentes indicações de intensidade para desenvolver adaptações morfológicas (hipertrofia muscular), que também permitem o aumento da força muscular. A intensidade estabelecida por Güllich e Schmidtbleicher (1999) é de 60% a 85% do RM para a forma de contração submáxima.

De acordo com Platonov e Bulatova (19-?), a magnitude da sobrecarga (intensidade) sugerida para aumentar a força máxima por meio do desenvolvimento da massa muscular oscila de **75 a 90%** da força máxima. Zakharov (1992) aponta um valor aproximado (**70 a 80%** RM), diferenciando-se mais quanto ao valor superior.

Uma intensidade média que diferencia pessoas treinadas (**60% a 80%** do RM) e não-treinadas (**40 a 60%** da força máxima) é mencionada por Weineck (1999). Esta última faixa de treinamento coincide com a indicada por Grosser *et al.* (1988), porém tem valores inferiores àqueles sugeridos pela grande maioria dos autores.

A intensidade citada por Fleck e Kraemer (1999) como referencial para programas que visam hipertrofia é de alta à moderada (**6 a 12 RM**). Estes autores sugerem que o percentual da intensidade de treinamento pode ser diferenciado de acordo com o grupo muscular, nível de treinamento, e com o tipo e/ou método de exercício utilizado. Badillo e Ayestarán (2001) concordam com o exposto no que diz respeito ao tipo e ao método de exercício utilizado.

Badillo e Ayestarán (2001) atribuem intensidades compreendidas entre 65 e 80% da força máxima para a obtenção de uma hipertrofia muscular máxima. Através desta abordagem pode-se perceber que estes fazem uma classificação referente ao nível de hipertrofia que pode ser adquirido com determinadas faixas de intensidades; sendo que à intensidade de 85% a 90% RM tem-se hipertrofia leve, de 80 a 85%RM tem-se hipertrofia média e de 70% a 80%RM tem-se hipertrofia muscular alta.

É importante ressaltar que embora existam valores “estabelecidos” na literatura para hipertrofia essa questão ainda está aberta, pois o mecanismo da hipertrofia ainda está sendo conhecido. Existem autores que investigam o efeito do treinamento de força de baixa intensidade com oclusão sanguínea e encontraram resultados de hipertrofia muscular (GOTO *et al.*, 2009; TANIMOTO *et al.*, 2006; TAKARADA *et al.*, 2000; REEVES *et al.*, 2006)

3.2.1.3 Duração

Para Badillo e Ayestaran (2001) esse componente representa o tempo de aplicação do estímulo desconsiderando as pausas. Dessa forma, pode ser entendido como a somatória da duração dos estímulos de treinamento, sendo registrado através de medidas de tempo.

É muito comum se utilizar o termo velocidade, porém o termo duração parece ser mais apropriado considerando que a unidade de medida utilizada é relacionada com o tempo, normalmente segundos.

No treinamento de força durações totais idênticas podem resultar de diferentes configurações dos programas. Por exemplo, quando a mesma duração é alcançada, porém o número de repetições é diferente, isto resulta em velocidades distintas (CHAGAS; LIMA, 2008)

Encontra-se na literatura diversas abordagens quanto à duração de execução indicada para um melhor aproveitamento do treinamento de força objetivando adaptações morfológicas.

Güllich e Schmidtbleicher (1999) determinam para a forma de contração submáxima (60 – 85%RM) o tempo de **5 a 6** segundos quanto à duração do estímulo.

Segundo Hollmann e Hettinger (1989), um aumento adequado de força deverá ser maior utilizando velocidade de execução moderada, uma vez que por este intermédio será dado um tempo maior de tensão na musculatura. Grosser *et al.* (1988), assim como Hollmann e Hettinger (1989), não especificam a duração na qual a contração deve ser realizada para o aumento da massa muscular. São recomendadas velocidades baixas e sem interrupção para que haja aumento máximo da massa muscular, ou ainda velocidade moderada.

Platonov e Bulatova (19-?) e Zakharov (1992) explicitam a duração do estímulo e atribuem diferentes tempos para as fases concêntrica e excêntrica. De acordo com Zakharov (1992), tendo como objetivo aumentar a massa muscular, o ritmo dos movimentos deverá ser ainda mais baixo que o voltado para a força máxima sem aumento predominante de massa muscular (**1,5-2,5** segundos) sendo de **4 a 6** segundos para a repetição, sendo de **2** segundos para a fase ascendente do movimento que corresponde à fase concêntrica e **4** segundos para a fase descendente (fase excêntrica). Consta nas normativas descritas por este autor que os exercícios devem ser efetuados durante **30 a 60** segundos.

Para aumentar a massa muscular Platonov e Bulatova (19-?) indicam a duração de **3 a 6** segundos para cada movimento, sendo que na execução do movimento a duração da ação concêntrica deve ser a metade da duração da ação excêntrica.

Weineck (1999) considera que é necessário um estímulo médio atuar sobre o músculo por um longo período de tempo para que ocorra um aumento da massa muscular. Entretanto, se o estímulo for de curta duração, como por exemplo, no treinamento pliométrico, que apesar do esforço máximo, o resultado obtido será um aumento da força através de adaptações neurais predominantemente e não morfológicas.

Badillo e Ayestarán (2001) sugerem que a velocidade de execução seja a máxima possível referente a todos os componentes apresentados para hipertrofia. Nota-se que os autores se diferem da grande maioria ao propor uma velocidade de execução máxima.

3.2.1.4 Densidade

A densidade do treinamento é entendida como o resultado da relação entre a duração do estímulo e da pausa (WEINECK, 1999).

A pausa é uma variável estrutural e se refere ao intervalo de recuperação entre repetições, séries e exercícios (CHAGAS; LIMA, 2008).

O tempo de pausa entre as séries de um exercício, entre os exercícios e entre a sessão de treinamento tem grande importância no planejamento e elaboração de um programa. Os períodos de descanso são normalmente determinados pelo objetivo do treinamento e têm relação direta com o número de repetições e a intensidade do programa (FLECK; KRAEMER, 1999).

É durante o período de repouso que as fontes de ATP-CP são recuperadas e o lactato sanguíneo é removido através das vias aeróbicas (FLECK; KRAEMER, 1999; KRAEMER; HÄKKINEN, 2004; POWERS; HOWLEY, 2000). A recuperação da creatina fosfato depende do ATP e só ocorre durante a recuperação do exercício (POWERS; HOWLEY, 2000).

A recuperação será importante também para o sistema nervoso. Este deve ser capaz de recrutar as unidades motoras necessárias para realizar uma força tal que suporte a mesma carga de treino nas próximas séries (KRAEMER; HÄKKINEN, 2004).

Com relação a uma determinação ótima do tempo de pausa, algumas divergências são encontradas na literatura. As pausas encontradas na literatura que são utilizadas para o treinamento de hipertrofia se diferem entre os autores.

Güllich e Schmidtbleicher (1999) recomendam de **2 a 3** minutos de pausa para o aumento da massa muscular.

Em Schmidtbleicher (1992) é colocado que as pausas podem variar de **1 a 2** minutos, até **3** minutos para uma intensidade de 80% de 1RM. Para aumentos progressivos dos pesos (com redução do volume) o período de descanso deverá ser de até **2** minutos.

Em Grosser *et al.* (1988), para o treinamento de desenvolvimento da massa muscular as pausas são **1: 30** min seg à **2** minutos.

Badillo e Ayestarán (2001) recomendam de **120 à 300** seg de pausa.

Para o treinamento de hipertrofia, Tesch (1992) apresenta que halterofilistas utilizam pausas de **1 a 2** minutos.

Alguns estudos têm demonstrado a influência de diferentes períodos de pausa nas concentrações hormonais e no lactato sanguíneo, tanto em homens quanto em mulheres. Foram comparadas pausas de **1** ou **3** minutos. Os resultados para a pausa de **1** minuto demonstraram concentrações significativamente maiores de lactato sanguíneo, hormônio do crescimento, cortisol e adrenalina com relação à pausa de **3** minutos, ou seja, houve um maior estresse fisiológico na primeira pausa (KRAEMER *et al.* 1990; 1993) (FIGURA 1)

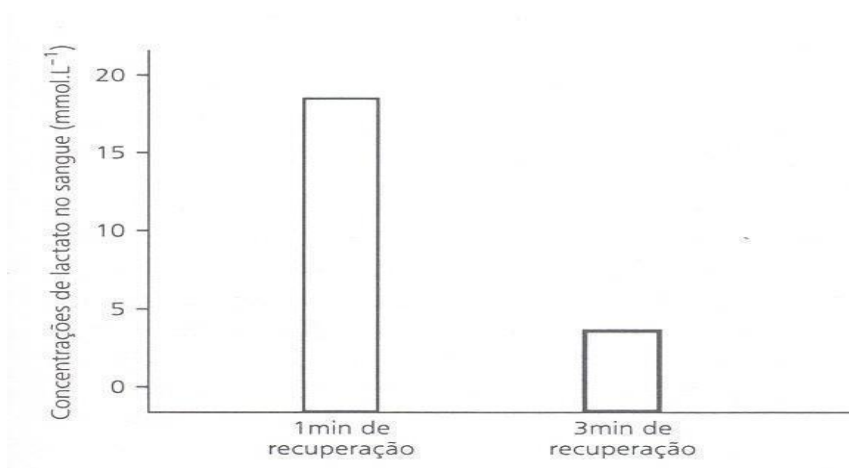


FIGURA 1 – Concentrações de lactato para 1 e 3 minutos de pausa
Fonte: KRAEMER; HÄKKINEN, 2004, p.61.

Segundo Fleck e Kraemer (1999) a pausa entre as séries e os exercícios devem ser menores que **1:30** min.

Zakharov (1992) recomenda **15-30** seg (exercício local), **20-45** seg (regional) e **40-60** seg (global). O autor não justifica e nem explica essa subdivisão em seu trabalho e a nomenclatura utilizada.

Períodos de recuperação muito curtos, menores que **60** segundos, estão associados a menores intensidades. Pausas em torno de **90** a **120** segundos são consideradas curtas e estão associadas a uma intensidade de **10** a **12RM**. À medida que a intensidade do treinamento aumenta, são necessárias pausas maiores, para garantir um recrutamento neural otimizado, sendo então utilizados períodos longos de descanso com duração de **3** minutos ou mais (KRAEMER; HÄKKINEN, 2004).

Kraemer e Häkkinen (2004) apresentam em seu trabalho, uma revisão dos períodos de recuperação e sua relação com o estresse fisiológico (QUADRO 1):

QUADRO 1
Tempo de pausa e estresse fisiológico

Duração dos períodos de recuperação (segundos)	Comentários
0-30	<p>Período extremamente curto.</p> <p>Resulta em quase nenhuma recuperação das séries anteriores, e a produção de força é normalmente reduzida em cada série subsequente; as cargas são normalmente limitadas a intensidades leves (12 RM ou mais). Tais períodos de recuperação não são utilizados quando intensidades maiores são utilizadas.</p>
31-60	<p>Período muito curto.</p> <p>À medida que o período aumenta para 60 s, permite que maiores intensidades sejam realizadas (ex: 10 RM), que são toleradas com altas respostas de estresse glicolítico e fisiológico ao protocolo da sessão.</p>
61-90	<p>Período curto.</p> <p>Permite intensidades maiores. Normalmente 90 s são utilizados como ponto de partida para programas, progredindo para períodos de recuperação mais curtos.</p>
91-120	<p>Período moderado.</p> <p>Um período de recuperação normal para muitos programas de treinamento de força que utilizam padrões de cargas moderados.</p>
121-180	<p>Períodos longos.</p> <p>Normalmente utilizados quando a intensidade começa a se tornar maior em um programa de treinamento (ex: 10 RM).</p>
> 180	<p>Períodos muito longos.</p> <p>Utilizados quando os pesos são muito elevados ou quando alta produção de velocidade e potência é desejada em cada repetição. Períodos de recuperação acima de 7 min podem ser utilizados para assegurar uma recuperação energética e neurológica completa antes do início de outra série.</p>

Fonte: KRAEMER; HÄKKINEN, 2004, p.62

3.2.1.5 Frequência

Refere-se ao número de sessões semanais de treinamento (WEINECK, 1999). Lembrando que, no mesmo pode ocorrer mais de uma sessão de treinamento (CHAGAS; LIMA, 2008).

QUADRO 2

Síntese dos valores de referência para hipertrofia considerando diferentes autores.

Autor	Nº séries	Nº repetições	Intensidade	Pausa (seg)	Duração da repetição (seg)
Güllich e Schmidtbleicher (1999)	3-6	8-20	60-85	120-180	5-6 (2" conc. 4" exc.)
Badillo e Ayestarán (2000)	3-5	6-12	70-80	120-300	Média ou alta
Fleck e Kraemer (1999)	3-5	8-20	Moderada a alta	90	XXXX
Grosser <i>et al.</i> (1988)	3-5 5-8 (atletas)	8-12	40-60	90-120	Moderada (sem interrupção)
Platonov e Bulatova (19-?)	XXXX	6-12	75-90	XXXX	3-6
Zakharov (1992)	3-5	8-12	70-80	15-30 (local) 20-45 (regional) 40-60 (global) (exercício)	4-6 (2" conc. 4" exc.)

Vários estudos utilizando valores de referência para hipertrofia muscular são realizados frequentemente e confirmam o aumento da massa muscular.

Campos *et al.* (2002) investigaram as adaptações musculares em resposta a três diferentes protocolos com exercícios para membros inferiores em indivíduos não treinados: 4 séries, 3-5 repetições, 3 minutos de pausa (protocolo 1); 3 séries, 9-11 repetições, 2 minutos de pausa (protocolo 2); 2 séries, 20-28 repetições, 1 minuto de pausa (protocolo 3). Os protocolos foram montados de forma que tivessem aproximadamente o mesmo volume (peso x repetições x séries). Apenas os protocolos 1 e 2 promoveram o aumento da massa muscular, enquanto que o protocolo 3 com altas repetições não representou um estímulo suficiente para promover hipertrofia muscular.

Ahtiainen *et al.* (2003) buscaram comparar as respostas de hipertrofia, adaptações hormonais e desenvolvimento da força em homens treinados e não treinados. Os dois grupos treinaram durante 21 semanas e utilizaram o seguinte protocolo para avaliar as respostas hormonais e neuromusculares: cinco séries de dez repetições máximas no *Leg Press* antes e após as 21 semanas. Durante o período da pesquisa o grupo dos indivíduos não treinados realizou as sessões duas vezes por semana. Cada sessão incluía dois exercícios para os músculos extensores dos joelhos e quatro ou cinco exercícios para outros grupos musculares. O grupo dos indivíduos treinados realizou as sessões três vezes por semana. Diferentes partes do corpo foram treinadas em dias diferentes com múltiplos exercícios, seis a doze repetições por exercício com dois a cinco minutos de pausa entre as séries. A medida da secção transversa do músculo quadríceps femoral foi feita através de ressonância magnética. Apenas o grupo dos indivíduos não treinados obteve aumento significativo da massa muscular.

Ahtiainen *et al.* (2005) utilizando protocolos com pausas de 2 e 5 minutos e 10RM para os exercícios *leg press* e agachamento buscaram investigar se haveriam diferenças em algumas respostas como por exemplo o aumento da massa muscular em indivíduos treinados. A resposta hipertrófica foi semelhante para ambos os protocolos mostrando que nesta situação a diferença nas pausas não resultou em modificação na secção transversa do músculo quadríceps.

Buresh *et al.* (2009) investigaram o efeito das pausas de 1 minuto e 2,5 minutos nas respostas hormonais, de força e hipertróficas com o treinamento em indivíduos não treinados. Foram utilizadas 10 repetições para exercícios de membros inferiores, superiores e tronco. Após 10 semanas de treinamento ambos os grupos aumentaram a massa muscular

(1 e 2,5 minutos) da coxa e do braço, porém diferença significativa entre os grupos ocorreu apenas para a secção transversa do braço, tendo sido maior para o grupo com maior pausa.

Foi possível observar através de alguns estudos utilizando valores de referência para hipertrofia muscular, que de uma forma geral todos possibilitaram o aumento da massa muscular, exceto no estudo de Ahtiainen *et al.* (2003) onde apenas o grupo dos não treinados obteve hipertrofia significativa. No estudo Ahtiainen *et al.* (2003) os autores justificam que este resultado pode ter sido devido a diminuição do volume do treinamento nas últimas 7 semanas.

3.3 Protocolos de treinamento de força e a produção de lactato

As diferentes configurações das variáveis do treinamento de força podem levar a respostas fisiológicas distintas, como por exemplo diferentes concentrações de lactato sanguíneo (CREWETHER *et al.*, 2006), sendo que, este metabólito é frequentemente utilizado para avaliar a contribuição anaeróbica da glicólise durante o exercício (STALLKNECHT *et al.*, 1998) e conseqüentemente o nível do estímulo metabólico (CREWETHER *et al.*, 2006). Estímulo é considerado um evento físico ou alteração na energia física que desencadeia a atividade fisiológica em um órgão sensorial (BARBANTI, 1994).

A manipulação da carga de treinamento (volume, intensidade, duração, densidade, frequência) determina a magnitude dessas respostas nos diferentes protocolos de força (CREWETHER *et al.*, 2006; KRAEMER *et al.*, 1990, 1993). Dessa forma, a configuração do programa é fundamental para uma determinada resposta metabólica (CREWETHER *et al.*, 2006).

Programas com o objetivo de hipertrofia muscular provocam maiores níveis de [La] demonstrando maior estímulo metabólico (KRAEMER *et al.*, 1990, 1993; HAKKINEN; PAKARINEN, 1993; SMILIOS *et al.*, 2003, 2007).

A importância dos estímulos hormonais e mecânicos nas adaptações ao treinamento de força já está bem documentada, a literatura agora sugere que o estímulo metabólico tem também grande relevância nestas adaptações. O papel do estímulo metabólico no mecanismo de aumento da força parece ser indireto. Com o acúmulo de ácido lático em

resposta ao protocolo de força acontece uma redução no pH muscular. Como resultado, outros mecanismos podem ser estimulados (Ex.: recrutamento de unidades motoras, liberação de hormônios e microlesões musculares), aumentando dessa forma o estímulo do treinamento de força e os caminhos das sinalizações para adaptações ocorrerem após um período cumulativo destes estímulos, gerando aumento de força e massa muscular (CREWETHER *et al.*, 2006). (FIGURA 2)

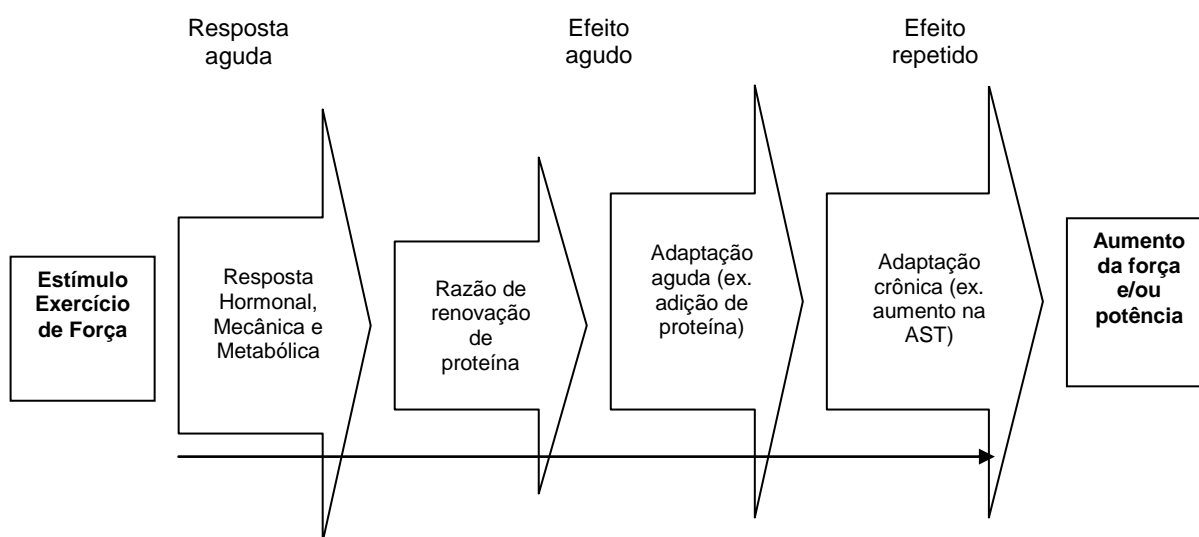


FIGURA 2- Representação esquemática dos eventos de sinalização para o aumento da força e/ou potência. Fonte: Adaptado de CREWETHER *et al.*, 2006, p. 68

Os mecanismos pelos quais o estímulo metabólico contribui para a adaptação ao treinamento de força são frequentemente pesquisados através de modificações metabólicas causadas artificialmente (ex.: oclusão). Através da oclusão durante a contração muscular ocorre um maior acúmulo de lactato sanguíneo aumentando o estímulo metabólico (CREWETHER *et al.*, 2006).

Takarada *et al.* (2000) realizaram um estudo, no qual seis indivíduos executaram cinco séries do número máximo de repetições a 20% de 1RM com uma pausa de 30 segundos com e sem oclusão. Entre outras variáveis foram mensuradas o hormônio do crescimento (GH), lactato sanguíneo e atividade eletromiográfica. Para estas três variáveis foram verificados maiores valores na situação com oclusão. A maior elevação do lactato sanguíneo na oclusão foi devido à maior hipóxia e menor remoção do mesmo, o que causou maior acidez intramuscular. A acidificação no músculo tem sido relacionada a

estimulação de quimiorreceptores (VICTOR *et al.*, 1989 citado por TAKARADA *et al.*, 2000), os quais enviam sinais aferentes para o sistema hipotálamo-hipófise através dos grupos III e IV das fibras nervosas aumentando dessa forma a liberação de GH (GOSSELINK *et al.*, 1998). Mecanismos semelhantes podem atuar na situação de oclusão, pois o aumento do lactato sanguíneo coincidiu com o aumento do GH. As condições intramusculares são determinantes entre outros fatores para desencadear o processo de hipertrofia muscular (TAKARADA *et al.*, 2000). (FIGURA 3)

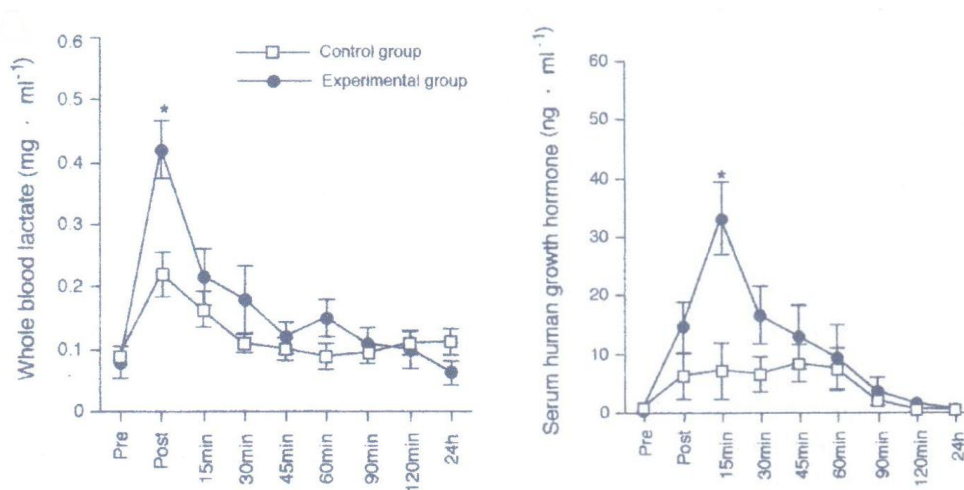


FIGURA 3- Mudança na concentração plasmática do Lactato e do Hormônio do crescimento. Exercício sem oclusão (□) e com com oclusão (●). Os valores são médias ± desvio padrão. Diferença significativa: * $p < 0,05$.

Fonte: TAKARADA *et al.*, 2000, p.63

Reeves *et al.* (2006) discutem a possibilidade de existirem outro(s) mecanismo(s) que justifiquem a elevação do GH, além do lactato. Naquele estudo, a concentração do lactato sanguíneo foi semelhante nos protocolos com oclusão a 30% de 1 RM e sem oclusão a 70% de 1 RM, porém o GH foi maior na primeira situação, o que não era esperado pelos autores.

Dessa forma é possível perceber a importância de estudos que relacionem a produção de lactato e hormônios anabólicos.

3.4 Lactato sanguíneo e hormônios anabólicos

Os hormônios anabólicos têm alguns representantes importantes como, por exemplo, o GH (hormônio do crescimento) e a testosterona, sendo que, eles têm fundamental importância no processo de hipertrofia muscular (KRAEMER; MAZZETTI, 2006).

A configuração da carga de treinamento do programa de força é determinante na resposta aguda destes hormônios (HAKKINEN; PAKARINEN, 1993; KRAEMER *et al.*, 1990, 1993; BIRD *et al.*, 2005). Os protocolos que visam predominantemente o aumento da massa muscular apresentam maiores respostas agudas nas concentrações de hormônios anabólicos. Este aumento possibilita uma maior probabilidade de interação destes hormônios com seus receptores podendo influenciar diretamente nas respostas adaptativas de força (KRAEMER *et al.*, 1990, 1993; HAKKINEN; PAKARINEN, 1993; SMILIOS *et al.*, 2003).

Dessa forma, os pesquisadores têm procurado investigar e discutir qual(is) mecanismo(s) proporcionam este aumento agudo nas concentrações hormonais durante e após protocolos de hipertrofia muscular (GOSSELINK *et al.*, 1998; TAKARADA *et al.*, 2000; REEVES *et al.*, 2006).

O lactato sanguíneo vem sendo relacionado como um dos responsáveis pela ativação do mecanismo de elevação do GH (SUTTON; LAZARUS, 1976; SUTTON, 1977; KRAEMER *et al.*, 1990, 1993; HAKKINEN; PAKARINEN, 1993; KRAIG; KANG, 1994; AHTIAINEN *et al.*, 2003; GOTO *et al.*, 2005, 2008, 2009; TANIMOTO; ISHII, 2006; SMILIOS *et al.*, 2007; BURESH *et al.*, 2009).

Várias pesquisas têm encontrado uma relação entre a concentração de lactato sanguíneo e GH em protocolos de treinamento de força (SUTTON; LAZARUS, 1976; SUTTON, 1977; KRAEMER *et al.*, 1990, 1993; HAKKINEN; PAKARINEN, 1993; KRAIG; KANG, 1994; AHTIAINEN *et al.*, 2003; GOTO *et al.*, 2005, 2008, 2009; TANIMOTO; ISHII, 2006; SMILIOS *et al.*, 2007; BURESH *et al.*, 2009). Na realização de treinamentos com pesos e pausas maiores e número de repetições menores tem se encontrado valores de lactato sanguíneo e GH menores, enquanto que em protocolos treinamento para obter hipertrofia muscular, que utilizam pausas e pesos menores e número de repetições maiores, tem se encontrado valores maiores para ambos (KRAEMER *et al.*,

1990, 1993). Goto *et al.* (2005) testaram dois protocolos de força, o primeiro deles tinha a pausa apenas entre as séries, enquanto que o outro tinha a mesma configuração, porém com uma pausa adicional no meio da série. Neste estudo verificou-se que o demanda metabólico foi maior na primeira situação, obtendo maiores valores de lactato sanguíneo e GH comparando-se com o segundo protocolo. (FIGURA 4)

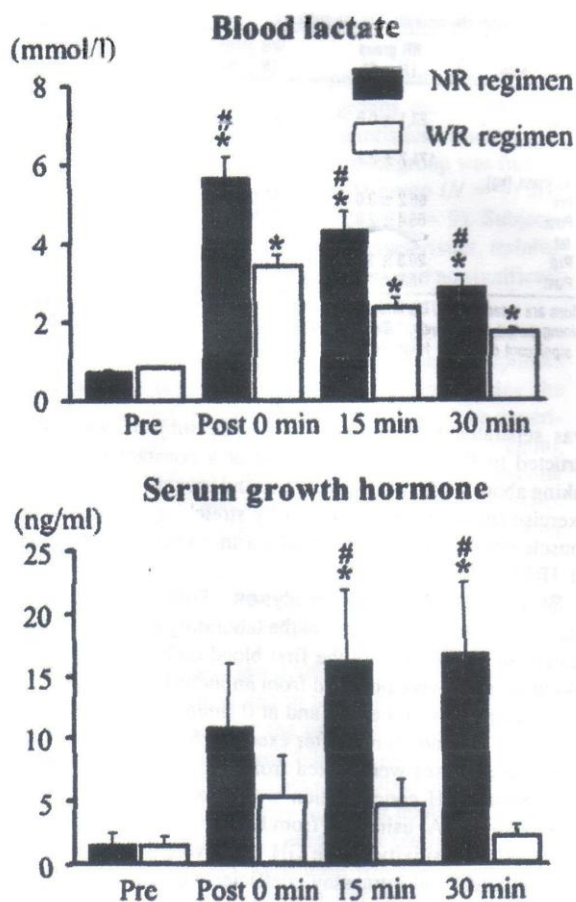


FIGURA 4 – Mudança aguda na concentração do Lactato sanguíneo e Hormônio do Crescimento após exercícios sem pausa no meio da série (■) e com pausa no meio da série (□). Os valores são médias \pm desvio padrão. Diferença significativa dos valores pré exercício * ($p < 0,05$); diferença significativa entre os regimentos sem e com pausa no meio da série # ($p < 0,05$).

Fonte: Goto *et al.*, 2005, p. 958

Smillios *et al.* (2007) encontraram aumento no lactato sanguíneo e no GH para um protocolo de três séries de quinze repetições com uma pausa de noventa segundos. Apesar de vários estudos mostrarem a relação entre a concentração de lactato e o hormônio do crescimento, Ahtiainen *et al.* (2003) não encontraram correlação significativa entre ambos. É possível perceber que protocolos com maior estresse metabólico possibilitam

consequentemente maior concentração de lactato e que na maior parte dos estudos tem sido acompanhado também de maior concentração de GH.

A relação entre a concentração de testosterona e lactato não é tão evidente quanto GH e lactato. Muitos estudos não encontraram uma correspondência entre eles (KRAEMER *et al.*, 1990, 1993; HAKKINEN; PAKARINEN, 1993; GOTO *et al.*, 2005). Goto *et al.* 2008 sugerem que a elevação da concentração de testosterona em protocolos de treinamento de força pode ter relação com a concentração de catecolaminas.

A discussão dos mecanismos que explicam a relação entre o lactato e o GH é citada em vários artigos (KRAEMER *et al.*, 1990, 1993; HAKKINEN; PAKARINEN, 1993; CRAIG; KANG, 1994; GOTO *et al.*, 2005; SMILLIOS *et al.*, 2007; BURESH *et al.*, 2009) e normalmente partem do mesmo princípio, a acidificação no músculo tem sido relacionada a estimulação de quimiorreceptores (VICTOR *et al.*, 1989 citado por TAKARADA *et al.*, 2000), os quais enviam sinais aferentes para o sistema hipotálamo-hipófise através dos grupos III e IV das fibras nervosas aumentando dessa forma a liberação de GH (GOSELINK *et al.*, 1998).

3.5 Análise crítica

A configuração do programa é fundamental para uma determinada resposta metabólica (CREWETHER *et al.*, 2006). Através da revisão bibliográfica foi possível observar que vários estudos apontam que protocolos com cargas de treinamento objetivando hipertrofia muscular apresentam maior demanda metabólica, especialmente maior [La] (KRAEMER *et al.*, 1990, 1993; HAKKINEN; PAKARINEN, 1993; SMILLIOS *et al.*, 2003, 2007), sendo que, o mesmo tem sido relacionado com alteração na concentração de hormônios, em especial GH (SUTTON; LAZARUS, 1976; SUTTON, 1977; KRAEMER *et al.*, 1990, 1993; HAKKINEN; PAKARINEN, 1993; CRAIG; KANG, 1994; AHTIAINEN *et al.*, 2003; GOTO *et al.*, 2005, 2008, 2009; TANIMOTO; ISHII, 2006; SMILLIOS *et al.*, 2007; BURESH *et al.*, 2009).

É importante ressaltar que a relação entre [La] e as alterações hormonais do GH não é de causa e efeito, ou seja, o GH não depende exclusivamente do lactato sanguíneo para alterar a sua produção e liberação. Dessa forma, é possível pensar que a [La] ocorre por

determinados motivos que podem ser os mesmos motivos que desencadeiam processos que vão ocasionar uma alteração da concentração do hormônio GH, o que então não caracteriza uma expectativa de causa e efeito.

A discussão dos mecanismos que explicam a relação entre o lactato e o GH é citada em vários artigos (KRAEMER *et al.*, 1990, 1993; HAKKINEN; PAKARINEN, 1993; CRAIG; KANG, 1994; GOTO *et al.*, 2005; SMILLIOS *et al.*, 2007; BURESH *et al.*, 2009) e normalmente partem do mesmo princípio, a acidificação no músculo tem sido relacionada a estimulação de quimiorreceptores (VICTOR *et al.*, 1989 citado por TAKARADA *et al.*, 2000), os quais enviam sinais aferentes para o sistema hipotálamo-hipófise através dos grupos III e IV das fibras nervosas aumentando dessa forma a liberação de GH (GOSSELINK *et al.*, 1998).

Os estudos realizados envolvendo esta temática normalmente não fazem o controle da duração da repetição, o que dificulta a comparação. Sabemos que diferentes durações da repetição para uma mesma carga de treinamento poderá provocar respostas metabólicas, ex. maiores [La] sanguíneo. Desta forma, é um fator importante para a comparação crítica entre os resultados dos estudos. A utilização de durações maiores pode provocar possivelmente maior tempo de restrição/oclusão na circulação local modificando a [La].

Estudos futuros ainda são necessários para esclarecer com mais detalhes os processos interativos entre estas variáveis (GH e [La]).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desta revisão bibliográfica foi possível observar que a concentração de lactato sanguíneo geralmente é maior em protocolos de hipertrofia muscular. A maior parte das pesquisas mostrou também que maiores concentrações de lactato vem acompanhado de valores maiores de GH (hormônio do crescimento). O mecanismo que relaciona ambos ainda não está bem detalhado necessitando de mais estudos.

Por outro lado a relação entre lactato e testosterona não está tão clara.

O entendimento dessas relações é fundamental para aumentar a nossa compreensão sobre a aplicação de diversas cargas de treinamento e suas adaptações.

REFERÊNCIAS

AHTIAINEN, J. P. *et al.* Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v.89, p. 555-563, 2003.

AHTIAINEN, J. P. *et al.* Short vs. rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size and hormonal adaptations in trained men. **J. Strength and Conditioning Research**, v.19, v.3, p. 572-582, 2005.

BADILLO, J. J. G.; AYESTARÁN, E. G. **Fundamentos do treinamento de força: aplicação ao alto rendimento desportivo**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

BARBANTI, V. J. **Dicionário de Educação Física e do Esporte**. São Paulo: Manole, 1994.

BIRD, S. P.; TARPENNING, K. M.; MARINO, F. E. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. **Sports Medicine**, Bathurst, v. 35, n. 10, p. 841-851, 2005.

BURESH, R.; BERG, K.; FRENCH, J. The effect of resistance exercise rest interval on hormonal response, strength and hypertrophy with training. **J. Strength and Conditioning Association**, v.23, n.1, p.62-71, 2009.

CAMPOS, G. E. R. *et al.* Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **Eur. J. Appl. Physiol**, v. 88, p. 50-60, 2002.

CHAGAS, M. H.; LIMA, F. V. **Musculação: variáveis estruturais**. Belo Horizonte: Casa da Educação Física, 2008.

CREWETHER, B.; CRONIN, J.; KEOGH, K. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute metabolic responses. **Sports Medicine**, v. 36, n. 1, p.65-78, 2006.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

GOSELINK, K.L. Skeletal muscle afferent regulation of bioassayable growth hormone in the rat pituitary. **Journal of Physiology Science**, v. 84, n. 4, p. 1425-1430, 1998.

GOTO, K. *et al.* Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 106, p. 731-739, 2009.

GOTO, K. *et al.* Hormone and recovery responses to resistance exercise with slow movement. **J. Physiol. Sci.**, Tsukuba, v. 58, n. 1, p. 7-14, 2008.

GOTO, K. *et al.* The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 6, p. 955-963, 2005.

GROSSER, M.; STARISCHKA, S.; ZIMMERMANN, E. **Principios del entrenamiento deportivo: teoría y práctica en todas las especialidades deportivas**. Barcelona: Martínez Roca, 1988.

GÜLLICH; SCHMIDTBLEICHER. Struktur der kraftfähigkeiten und ihrer trainingsmethoden. **Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin**, v.50, n 7-8, p.223-234, 1999.

HÄKKINEN, K.; PAKARINEN A. Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy-resistance protocols in male athletes. **J. Appl. Physiol.**, Oulu, v. 74, n. 2, p. 882-887, 1993.

HASS, C. J. *et al.* Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 1, p. 235-242, 2000.

HOLLMAN, W.; HETTINGER, T. **Medicina do Esporte**. São Paulo: 1989.

KOMI, P. V. (Ed.). **Strength and power in sport**. Boston: Blackwell Scientific, 1992.

KRAEMER, W. J. *et al.* Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in woman. **J. Appl. Physiol.**, Dordrecht, v. 75, n. 2, p. 594-604, 1993.

KRAEMER, W. J. *et al.* Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. **J. Appl. Physiol.**, Dordrecht, v. 69, n. 4, p. 1442-1450, 1990.

KRAEMER, W. J. *ET al.* Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. **American Journal Sports Medicine**, v. 28, n. 5, p. 626-633, 2000.

KRAEMER, W. J.; HÄKKINENN, K. **Treinamento de força para o esporte**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progresión and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674-688, 2004.

KRAIG, B. W.; KANG, H. Y. Growth hormone release following single versus multiple sets of back squats: total work versus power. **J. Strength and Conditioning Research**, Austin, v. 8, n. 4, 1994.

LAMBERT, C. P.; FLYNN, M. G. Fatigue during high-intensity intermittent exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v. 32, n. 8, p. 511-522, 2002.

MATVÉIEV, L. P. **Fundamentos do treino desportivo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1986.

MAUGHAN, M. G.; GREENHAFF, P. L. **Bioquímica do exercício e do treinamento**. São Paulo: Manole, 2000.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

PHILP A.; MACDONALD A. L.; WATT P. W. Lactate: a signal coordinating cell and systemic function. **The Journal of Experimental Biology**, Eastbourne, v.208, p.4561-4575, 2005.

PLATONOV, V. N.; BULATOVA, M. M. **La preparación física: deporte y entrenamiento**. 2.ed. Barcelona: Paidotribo, 19-?.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. São Paulo: Manole, 2000.

REEVES, G. V. *et al.* Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. **J. Appl. Physiol.**, Lubbock, v. 101, p. 1616-1622, 2006.

SCHIMDTBLEICHER, D. Training for power events. In KOMI, P. V. **Strength and power in sport**. Londres: Blackwell Scientifics Publications, 1992, p. 381-395.

SCHLUMBERGER, A.; STEC, J.; SCHMIDTBLEICHER, D. Single-vs. multiple-set strength training in women. **J. Strength Con. Res.**, v. 15, n. 3, p. 284-289, 2001.

SMILIOS, I. *et al.* Hormonal responses after a strength endurance resistance exercise protocol in young and elderly males. **Int. J. Sports Med.**, New york, v. 28, p. 401-406, 2007.

SMILIOS, I. *et al.* Hormonal responses after various resistance exercise protocols. **Med. & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 4, p. 644-654, 2003.

STALLKNECHT B.; VISSING J.; GALBO H. Lactate production and clearance in exercise: effects of training; a mini-review. **Scand. J. Med. Sci. Sports**, Copenhagen, v.8, p.127-131, 1998.

SUTTON, J. R. Effect of acute hypoxia on the hormonal response to exercise. **J. Appl. Physiol.**, Sydney, v.42, n.4, p.587-592, 1977.

SUTTON, J. R.; LAZARUS, L. Growth hormone in exercise: comparison of physiological and pharmacological stimuli. **J. Appl. Physiol.**, Sydney, v. 41, n. 4, 1976.

TAKARADA, Y. *et al.* Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. **J. Appl. Physiol.**, Tokyo, v. 88, p. 61-65, 2000.

TAN, B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. **J. Strength and Conditioning Association**, V.13, n.3, p. 289-304, 1999.

TANIMOTO, M.; ISHII, N. Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. **J. Appl. Physiol.**, Tokyo, v. 100, p. 1150-1157, 2006.

TESCH, P. A. Training for bodybuilding. In: KOMI, P. V. (Ed.). **Strength and power in sport**. Boston: Blackwell Scientific, 1992. p. 370-380.

WEINECK, J. **Treinamento ideal**. 9.ed. São Paulo: Manole, 1999.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2.ed. São Paulo: Manole, 2001.

ZAKHAROV, A. **Ciência do treinamento desportivo**. Rio de Janeiro: Grupo Palestra, 1992. 338p.