



Prof<sup>o</sup> Marcelo de Lima Sant'anna  
mlsanta3@yahoo.com.br

# O uso de marcadores bioquímicos no planejamento e prescrição do treinamento físico

## A ciência no treinamento físico

Adequar o treinamento para obter o máximo desempenho físico é imprescindível a todo treinador. Marcadores bioquímicos fornecem informações sobre a capacidade atual do atleta ou, simplesmente, a do praticante regular de atividade física.

Na busca pela quebra de um recorde olímpico, os treinadores recorrem às mais variadas áreas da ciência: biomecânica, fisiologia, bioquímica e genética sendo amplamente utilizadas na melhora do desempenho esportivo.

No ambiente militar, a manutenção da saúde e operacionalidade da tropa se dão pela prática constante de atividades físicas, por meio da realização do Treinamento Físico Militar (TFM) ou de exercícios militares (OPSTAD, 2001).

Nesse contexto, o desgaste físico, em atividades militares, poderá exceder a capacidade regenerativa do corpo, podendo, desta forma, diminuir a capacidade operacional do militar em combate (KUKLO *et al*, 2000; MARGONIS *et al*, 2007).

Este artigo tem o propósito de suscitar a discussão sobre o emprego de ferramentas das ciências utilizadas no monitoramento dos militares no Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo, adequando o volume e a intensidade dos exercícios a fim de atingir o melhor desempenho em combate.

## Estresse oxidativo

Segundo Dalle-Donne (2006), o estresse oxidativo é uma condição em que o corpo humano apresenta desequilíbrio entre a produção de moléculas, chamadas de radicais livres, e o nosso sistema antioxidante (ex.: vitamina C e vitamina E) (DALLE-DONNE *et al.*, 2006).

Os diversos tipos de radicais livres (EROs) podem ser gerados dentro do corpo humano, provenientes das atividades cotidianas, exemplo: dormir, trabalhar, alimentar-se e exercitar-se; porém, podemos gerar radicais livres por meio de estímulos ditos agressores: exposição ao álcool, fumo, drogas, raios ultravioletas e gama, ozônio, medicamentos e dietas (DALLE-DONNE, 2006).

Nem todos os Eros são prejudiciais à saúde, porém a sua produção em excesso ocasiona um desequilíbrio no corpo humano (GROUSSARD *et al.*, 2003; ASHTON *et al.*, 1999), o qual está relacionado a várias patologias, como: artrite, choque hemorrágico, doenças do coração, catarata, disfunções cognitivas, aterosclerose, diabetes, esclerose múltipla, inflamações crônicas, enfisema, disfunções

cerebrais, câncer e AIDS, podendo ser a causa ou o fator agravante do quadro geral (BIANCHI; ANTUNES, 1999; HALLIWELL, 1992).

## Danos celulares relacionados com a atividade militar

Margonis *et al.* (2007) mostraram que indivíduos submetidos a repetidas semanas de exercícios de contra-resistência (musculação), com aumento do volume de carga superior à capacidade de adaptação semanal, apresentaram significativa diminuição na capacidade de produzir força e expressivo aumento nas moléculas biomarcadoras de estresse oxidativo. Os indivíduos testados apresentaram um quadro de *overtraining* (síndrome causada por sobrecarga no treinamento) caracterizado por aumento da resposta inflamatória, diminuição da capacidade antioxidante e aumento de radicais livres.

Estudo realizado com o *US Marine Corps*, no qual os militares foram submetidos a atividades extenuantes em altitude e frio extremos, mostrou que um grupo apresentou aumento de EROS e também danos no DNA, porém outro grupo que teve suplementação com antioxidante teve uma menor produção de EROS (CHAO *et al.*, 1999).

Militares jovens foram submetidos a um programa de exercícios, sendo acompanhada a produção de EROS e a capacidade de manter as atividades físicas. Ambos os parâmetros sofreram alterações, foi observado um aumento na produção de radicais livres em conjunto com a diminuição na capacidade de manter-se exercitando normalmente.



Foto 1 - Treinamento militar. Fonte: autor, 2010.

## Bioética e experimentação em seres humanos

A preservação da integridade física, moral e mental do ser humano, quando este é o sujeito da pesquisa, é amparada pela Declaração de Helsinki, adotada na 18ª Assembléia Médica Mundial na Finlândia (1964).

O Comitê Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), respondendo ao Conselho Nacional de Saúde (SUS), atua em conjunto com Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) espalhados pelo Brasil com a função de regulamentar e aprovar os projetos contendo protocolos de pesquisa em seres humanos, assim fazendo com que se cumpram todas as exigências éticas e científicas fundamentais.

O Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo, em consonância com os requisitos nacionais e internacionais, é devidamente inscrito no CEP do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho.

## Perspectivas da bioquímica na prescrição de exercícios

Biologicamente, a atividade física deve envolver o bônus estímulo/resposta, no qual a resposta será aguda, subaguda e crônica.

A resposta aguda acontece, imediatamente, após o início da atividade, exemplos clássicos são o aumento da frequência cardíaca ou aumento da sudorese; as respostas crônicas têm seu início atrasado, podemos citar a menor frequência cardíaca que os corredores profissionais possuem ou mesmo o aumento de massa muscular decorrente de diversas sessões de musculação.

A resposta subaguda acontece por minutos ou mesmo horas após o término do esforço físico (NOBREGA, 2005) e dois exemplos com grande relevância clínica são: diminuição da pressão arterial e o aumento da captação de glicose, que são importantes para o hipertenso e para o diabético, respectivamente.

Durante um período de treinamento, a avaliação bioquímica pode indicar se o militar está lesionado ou se está para lesionar-se. Durante ou imediatamente após o treino, a análise de fluidos corporais (sangue ou saliva) indica ao militar e à equipe de Educação Física, se a carga aplicada foi suficiente. O mecanismo de ação das respostas subagudas pode ser estudado, por meio da bioquímica, desvendando mecanismos patológicos como já foi realizado com a hipertensão e com o diabetes e que, ainda será efetuado em diversos tumores e outras doenças.

## Considerações finais

O CIASC recebe, anualmente, militares oriundos de praticamente todos os Estados brasileiros, vindos de OM administrativas e operativas da MB, o que representa indivíduos com diferentes níveis de aptidão física, sendo uma amostra significativa de todo CFN.

Trabalhos iniciais com militares participantes de provas de fundo já foram realizados, e seus resultados, apresentados no 13º Simpósio Internacional de Atividades Físicas do Rio de Janeiro, demonstraram que houve uma correta adequação do estímulo/resposta, sem haver danos transitórios quando os militares foram submetidos a um extenuante teste de 3.000 metros.

Outros trabalhos estão sendo desenvolvidos com voluntários, com diferentes graus de aptidão física, sempre visando estudar lesões musculoesqueléticas e estresse oxidativo nas respostas agudas, subagudas e crônicas.

Em face do exposto, o monitoramento permanente de marcadores bioquímicos de militares durante o ano letivo, sendo realizada na própria OM ou em parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro, como está sendo feito, poderá ser capaz de fornecer subsídios para assessorar o Comando do CIASC sobre possíveis alterações na condução do TFM e da alimentação de bordo.

Agradecimentos: Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo, Laboratório de Química Fisiológica da Contração Muscular – IBqM – UFRJ, Laboratório de Bioquímica do Exercício e Motores Moleculares – Escola de Educação Física e Desportos – UFRJ.

### REFERÊNCIAS

- ASHTON, T. et al. Electron spin resonance spectroscopy, exercise, and oxidative stress: an ascorbic acid intervention study. *Eur. J. Appl. Phys.*, [S.l.], v. 87, n. 6, p. 2032-2036, 1999.
- BIANCHI, M.L.P. ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. *J. Nutr.*, [S.l.], n. 112, p. 123-30, 1999.
- CHAO, W.H. Oxidative stress in humans during work at moderate altitude. *J. Nutr.*, [S.l.], n. 129, p. 2009-2012, 1999.
- DALLE-DONNE, I. et al. Biomarker of oxidative damage in human disease. *Clin. Chem.*, [S.l.], v. 52, n. 4, p. 601-623, 2006.
- GROUSSARD, C. et al. Changes in blood lipid peroxidation markers and antioxidants after a single sprint anaerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, [S.l.], v. 89, n. 1, p. 14-20, 2003.
- HALLIWELL, B. Reactive Oxygen Species and the Central Nervous System. *Journal of Neurochemistry*, [S.l.] v. 59, n.5, p. 1069-1023, 1992.
- KUKLO, T.R. et al. Fatal rhabdomyolysis with bilateral guttae, thigh, and leg compartment syndrome after the army physical fitness test: a case report. *Am. J. Sports Med.*, [S.l.], v. 28, n. 1, p. 112 – 116, 2000.
- MARGONIS, K. et al. Oxidative biomarkers responder to physical overtraining: Implications for diagnosis. *Free Radical Biology & Medicine*, [S.l.], v.43, n. 6, p. 901 – 910, 2007.
- NOBREGA, A.C.L. The subacute effects of exercise: Concept, characteristics, and clinical implications. *Exerc. Sport Sci.*, [S.l.], v. 33, n. 2, p. 84-87, 2005.
- OPSTAD, P.K. Endocrine and metabolic changes during exhaustive multifactorial military stress. Results from studies during the ranger training course of the Norwegian Military Academy. *Public SINET*, NATO research and technology organization, [S.l.], 2001.