
Revisão

As relações dos hormônios testosterona e cortisol com o exercício físico

The relationship of testosterone and cortisol hormones with the physical exercise

Marcelo Rangel de Araújo

Graduado bacharel em ciência do esporte - Universidade Estadual de Londrina (U.E.L.), Especialista em treinamento esportivo - Universidade Gama Filho (U.G.F.)

Resumo

A intenção deste trabalho é rever as relações do exercício físico, aeróbio e de força, perante as concentrações hormonais de testosterona e cortisol, aguda e cronicamente e, além disso, verificar outros fatores não menos importantes como o ritmo circadiano a alimentação e a idade em função das concentrações hormonais e os exercícios físicos, não deixando para trás é claro suas funções fisiológicas. Apesar das diversas controversas encontradas no presente estudo, as atividades periodizadas e de alta intensidade parecem estimular maiores liberações de testosterona e pouca liberação de cortisol, conseqüentemente potencializando os níveis de força e hipertrofia muscular. Todavia novos estudos devem ser realizados com delineamentos mais adequados respeitando as diversas interações que envolvem o treinamento físico.

Palavras-chave: testosterona, cortisol, exercícios físicos.

Abstract

The aim of this work is to review the relationship of physical exercise, aerobic and resistance, in the presence of testosterone and cortisol concentration and, in addition, to verify other factors also important such as circadian rhythm, feeding and age in function of hormonal concentration and physical exercises as well as physiological functions. Although findings remain controversial in this study, high intensity and periodic training seem to stimulate liberation of high testosterone levels and low cortisol levels, improving strength and muscle hypertrophy. New studies should be carried out with adequate methods for preserving different interactions that involve the physical training.

Key-words: testosterone, cortisol, physical exercises.

Introdução

Biossíntese e regulação da testosterona

A testosterona é o principal hormônio sexual masculino. Quando suas concentrações circulantes estão baixas no organismo, o hipotálamo promove a liberação do fator liberador da gonadotropina (GnRF). O GnRF estimula a liberação do hormônio luteinizante (LH), que por sua vez, estimula as células

de Leydig nos testículos a produzir e liberar testosterona [1]. Uma pequena quantidade de testosterona é secretada também pelas glândulas supra-renais. A concentração plasmática de testosterona varia de 300 a 1.000ng/dl e a taxa de produção diária de 2,5 a 11 mg [2]. Nas mulheres esse hormônio também é produzido pelas glândulas supra-renais e ovários, porém em menor quantidades 0,25 a 1mg/dia [3].

Recebido em 12 de julho de 2006; aceito em 18 de novembro de 2006.

Endereço para correspondência: Marcelo Rangel de Araújo, Rua Garibaldi 148, 101, 20511-330, Rio de Janeiro, RJ, E-mail: marcelora@pop.com.br

Funções fisiológicas

Suas funções são basicamente duas, denominadas anabólicas e androgênica. Pela função anabólica ele atua principalmente sobre as zonas de crescimento dos ossos e músculos, além de influenciar o desenvolvimento de praticamente todos os órgãos do corpo humano. Pelo lado androgênico, ele é responsável pelo desenvolvimento das características sexuais masculinas (órgãos sexuais, produção de espermatozóide, barba, etc) [3].

Biossíntese e regulação do cortisol

O cortisol é o hormônio mais importante dos chamados glicocorticóides, ele é secretado a partir de um estímulo estressante (atividade física ou contusão em alguma parte do corpo) que transmite impulsos nervosos ao hipotálamo no qual libera o fator liberador de corticotropina (FLC) que chega a hipófise anterior onde suas células secretam hormônio adrenocorticotrópico que flui pelo sangue até o córtex suprarrenal onde será produzido o cortisol [4].

Funções fisiológicas

O hormônio cortisol é conhecido pela sua função catabólica, ele exerce um papel importante no equilíbrio eletrolítico e no metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos e possui um potente efeito antiinflamatório [4].

Relações hormonais perante a idade

A testosterona parece não estar sujeito a sofrer mudanças em sua concentração basal, até aproximadamente os 10 anos de idade, em que sua concentração se encontra por volta de 0,3(nmol/L), Já no começo da puberdade próximo aos 13 anos de idade, a testosterona tem um aumento significativo chegando a valores médios de 3,16(nmol/L), e na puberdade propriamente dita, entre 13 e 14 anos a concentração de testosterona alcança valores médios de 12(nmol/L) [5]. Aos 14 anos de idade os garotos apresentam valores de cortisol e testosterona iguais a homens adultos saudáveis [6]. Com o envelhecimento, ocorre uma diminuição nas concentrações isoladas de testosterona livre e total. Após os 50 anos, a concentração sérica de testosterona apresenta diminuição de 1% ao ano [7]. Por outro lado, os níveis de cortisol tende a aumentar com o envelhecimento de mulheres, mas não necessariamente de homens, aumentando também o catabolismo muscular [8].

A redução nos níveis de testosterona livre e total está diretamente relacionada ao hipogonadismo, em homens com idade superior aos 50 anos [9].

Comportamento dos hormônios perante o exercício físico e a alimentação

A alimentação associada ao treinamento de força parece promover mudanças nas concentrações hormonais. Kra-

emer *et al.* [10] verificaram que com a suplementação de carboidrato e proteína duas horas antes e imediatamente após o exercício favorecem a redução dos níveis de cortisol e testosterona sanguíneo após aproximadamente 15 minutos ao final do treinamento. Por outro lado, os níveis de insulina aumentam consideravelmente após este período. Da mesma forma, Bloomer *et al.* [11] verificaram esta mesma relação da insulina com a testosterona, quando os grupos ingeriram uma refeição completa (carboidrato, gordura e proteína) ou somente uma bebida rica em carboidratos, ou somente uma suplementação constituída de proteína e carboidrato, imediatamente, 2 e 4 horas após a sessão de treinamento. O grupo que não ingeriu nenhum tipo de alimento manteve os níveis de testosterona altos, proporcionando uma ótima relação testosterona/cortisol.

Apesar do pequeno número de estudos revisados, esses dois hormônios (insulina e testosterona) parece agirem inversamente, pois quando um hormônio está em pico o outro está em baixa concentração na corrente sanguínea. Portanto, nestas condições, a presença da insulina parece ter maior importância para o anabolismo muscular, pois assim como a testosterona a insulina também é um hormônio anabólico e, além disso, a síntese muscular só ocorre perante a presença de açúcares e principalmente de proteínas.

Uma estratégia bastante interessante para controlar os níveis de cortisol em baixas concentrações durante o estado de repouso por até 24 horas após exercício de força, parece ser a suplementação de ácido ascórbico (1000mg) antes do treinamento. Conseqüentemente proporcionando uma diminuição do catabolismo protéico em repouso.

Relações hormonais perante o exercício físico e o ritmo circadiano

As concentrações sanguíneas de testosterona podem sofrer grandes alterações durante as horas do dia, como mostra a maioria dos estudos revisados por [12,10].

As concentrações sanguíneas de testosterona têm seu pico por volta de 6:00h as 8:00h da manhã e sofre um declínio de até 35% durante o dia, antes de começar a aumentar novamente pelo meio da noite [13]. Porém, um treinamento de força intenso, realizado pelo final da tarde parece diminuir os níveis de (LH) em até 24% durante o período da noite, conseqüentemente diminuindo a produção de testosterona livre e total durante esse período [14].

Assim como a testosterona, o cortisol também parece ser alterado durante as horas do dia, apresentando seu pico pelas primeiras horas da manhã. Logo ao despertar seus níveis vão declinando progressivamente ao longo do dia, ficando bastante baixos durante a noite [15].

Um estudo realizado com sessões de treinamento de força, pelo período da manhã, demonstrou queda significativa na concentração dos níveis de testosterona após os exercícios, mas quando os mesmos atletas realizaram o mesmo treinamento

no período da tarde, as concentrações nos níveis de testosterona aumentaram significativamente [13]. Por outro lado, as menores concentrações alcançadas de cortisol, após uma sessão de exercícios de força, foram por volta das 17:00 horas, comparado com outros dois horários distintos de treinamento (7:00 e 24:00 horas) [15].

Desta forma pressupõe-se que o melhor horário para o treinamento de força seja pelo final da tarde e início da noite, onde os níveis de cortisol aumentam em menor grau e a testosterona em maior grau, proporcionando um bom estado para o anabolismo muscular .

Porém, independentemente do ritmo circadiano dos hormônios testosterona e cortisol, Souissi *et al.* [16] destaca em seu estudo que os melhores resultados encontrados para a potência anaeróbia e picos de força máxima estão diretamente relacionados ao horário de treino com o horário de avaliação (testes) da capacidade física treinada. Se o treinamento é feito no período da manhã os resultados das avaliações (testes) serão melhores apresentados no período da manhã, quando comparados com avaliações realizadas pelo período da tarde, e vice-versa. Por esse motivo os atletas ou preparadores físicos devem planejar o treinamento de acordo com o horário de competição.

Respostas hormonais agudas ao exercício aeróbio

As respostas hormonais imediatamente após os exercícios aeróbicos podem variar de acordo com o grau de treinamento dos indivíduos, da intensidade, e principalmente da duração do exercício. Jürimäe *et al.* [17] não verificaram mudanças significativas nos níveis de testosterona e cortisol em remadores profissionais, após remarem, a 77% do limiar anaeróbio, por aproximadamente 2 horas. Por outro lado, corredores de elite acostumados a correr 70km por semana mostraram significativas reduções nos níveis de testosterona e testosterona livre após um teste aeróbio progressivo até o limiar anaeróbio, quando comparado a indivíduos não treinados submetidos ao mesmo teste [18]. Entretanto, os níveis de cortisol tendem a sofrer maiores aumentos em homens não treinados quando comparados a corredores. Além disso, a dissipação do cortisol ocorre mais lentamente nos indivíduos não treinados, após o exercício [19].

Segundo Jacks *et al.* os níveis de cortisol, verificado através da saliva só aumentam significativamente após 59 minutos de atividade aeróbia em bicicleta ergométrica, apenas com intensidades altas (76% do pico de VO₂).

Em indivíduos não treinados a testosterona pode sofrer aumentos significativos com apenas 15 a 20 minutos de exercício aeróbio moderado [20]. Assim como os não treinados, homens previamente treinados acostumados a correr 16km por semana, tendem a sofrer aumentos significativos nos níveis de testosterona imediatamente após 30 minutos de corrida a 80% do VO₂máx [21]. Da mesma forma Cositt *et al.* [22] verificaram, em mulheres previamente treinadas, aumentos significativos de testosterona, mas não de cortisol, após 40 minutos de corrida

a 75% da frequência cardíaca máxima, porém não houve mudanças significativas de testosterona e cortisol quando as mesmas foram submetidas a treinamento de força.

Apesar dos diferentes resultados encontrados, certamente pelos diferentes protocolos utilizados em cada um dos estudos, os aumentos tanto de testosterona quanto de cortisol parecem ser mais evidentes em indivíduos não treinados ou previamente treinados, principalmente quando o esforço for intenso.

Respostas hormonais crônicas ao exercício aeróbio

Chatard *et al.* [23] analisou as concentrações basais de cortisol e DHEA antes de cada uma das 68 competições de uma "temporada", durante 37 semanas de treinamento de natação, constatando um aumento nos níveis de cortisol, mas não de DHEA conforme progredia o volume de treinamento, porém os níveis de cortisol não declinaram na fase de baixo volume (polimento). Para manter os níveis basais de cortisol reduzido durante uma temporada de natação, Filho *et al.* [24] utilizaram uma técnica de relaxamento progressivo, duas vezes na semana em sessões de 20 a 30 minutos. Os resultados foram bem significativos quando comparado ao grupo controle.

Segundo Mcardle *et al.* [20] atletas profissionais que correm em média 64km semanais apresentam reduzidos níveis de testosterona em repouso, quando comparados a homens não corredores da mesma faixa etária. Por outro lado, comparações feitas com corredores de altíssimo volume semanal (94km), alto volume semanal (80km) e não corredores todos com a mesma faixa etária, não demonstraram diferenças significativas nos níveis de testosterona total e testosterona livre em repouso. Da mesma forma, Kraemer *et al.* [25] não encontraram mudanças significativas na concentração de testosterona após 12 semanas de treinamento aeróbio, mas a concentração de cortisol aumentou significativamente após a quarta semana, declinando após a oitava semana e voltando a aumentar após a décima segunda semana. Porém, um estímulo de alta intensidade e alto volume parece reduzir os níveis basais de testosterona e cortisol. É o que demonstrou o estudo de Garcia *et al.* [26] realizado após 3 semanas de competição de ciclismo onde foi percorrido um total de 3781km.

Embora existam controvérsias entre os estudos, o que parece evidente é que os níveis basais de testosterona não tendem a aumentar em repouso com o treinamento aeróbio em longo prazo. Já os níveis basais de cortisol tendem a oscilar mais em respostas agudas ao treinamento aeróbio, ora estando em altas concentrações ora em baixa.

Respostas hormonais agudas ao treinamento de força

Uma única sessão de exercícios de força tem demonstrado significativos aumentos na concentração de testosterona e cortisol após uma sessão de treinamento para homens [27,28, 10,29] e mulheres [27,30].

Segundo Hanson et al. [31] os aumentos agudos de testosterona proporcionados pelo treinamento de força, apresentam fortes correlações com o aumento da força isométrica, mas não da força máxima.

Os níveis de testosterona parecem ser potencializados com métodos de cargas máximas (90 a 100% de 1RM), envolvendo grandes grupamentos musculares e longos períodos de descanso (3 min) entre as séries [32-34]. Assim como a testosterona, os níveis de cortisol são potencializados com cargas sub-máximas (60% a 75% de 1RM) e períodos curtos de descansos (1min) [35,34].

O número de séries, assim como o número de repetições empregado dentro de uma sessão de treinamento, parece exercer maior influência sobre as concentrações sanguíneas de cortisol a de testosterona, pois quanto maior o número de séries e repetições, maiores quantidades de cortisol será produzido pelo organismo sendo que os níveis de testosterona pouco se alteram em relação ao número de séries e repetições [35]. Da mesma forma Ostrowski et al. [36] relatam que um grande número de séries (12 séries: 4séries de supino reto, 4séries de supino declinado e 4 séries de supino inclinado) para o mesmo grupo muscular, dentro de uma mesma sessão de treinamento, pode proporcionar uma troca na relação testosterona/cortisol. Por outro lado, apenas 1 série por grupamento muscular não é tão eficiente quanto 3 séries, para estimular o aumento da relação testosterona/cortisol, imediatamente após a sessão de treinamento [28].

Um treinamento de volume balanceado com alta intensidade parece ser a melhor estratégia para potencializar os níveis de testosterona e possivelmente diminuir os níveis de cortisol, imediatamente após o exercício. Porém, Fry et al. [37] não descartam a importância do alto volume de treinamento no início da preparação, tanto para atletas iniciantes como para atletas experientes.

Em contradição, existem estudos na literatura no qual o treinamento de força não proporcionou mudanças na concentração de testosterona após a sessão de treino tanto em homens [33,14] como em mulheres [38,34].

Os resultados parecem ser conflitantes, pois os estudos apresentam diferentes metodologias principalmente envolvendo diferentes intensidades, que na maioria dos estudos não são máximas, possivelmente não proporcionando mudanças significativas nos níveis hormonais. Além disso, deve ser levada em consideração a variação fisiológica relativa à dieta, ritmos biológicos, estresse, doenças não endócrinas, problemas de coleta de amostras e interferências metodológicas que podem ser de várias origens e incluem anticorpos heterófilos, anticorpos endógenos anti-hormonais, entre outros [39].

Respostas hormonais crônicas ao treinamento de força

Pesquisas vêm demonstrando que os níveis basais de testosterona e cortisol parecem não se alterar em homens jovens com pouca experiência com treinamento de força [27,20,40,31], homens idosos [41] e mulheres idosas [42,43].

Por outro lado, alguns estudos têm demonstrado um fator favorável para o anabolismo muscular mesmo sem ocorrer aumentos nos níveis basais de testosterona, através da queda nos níveis basais de cortisol sanguíneo em homens jovens [28] idosos [44,45] e mulheres jovens [38], após a aderência ao treinamento de força de no mínimo 8 semanas.

Embora Kraemer et al. [25] não tenham encontrado mudanças nos níveis basais de testosterona com um treinamento de força, ocorreram acréscimos significativos de testosterona com treinamento aeróbio associado com de força após 12 semanas, mas negativamente o cortisol também teve um grande acréscimo.

Porém, Kraemer et al. [45] verificaram que 10 semanas de treinamento de força parece proporcionar aumentos basais significativos de testosterona livre para homens de meia idade, com pouca experiência em treinamento de força, havendo também um pequeno decréscimo de cortisol. Da mesma forma, em outro artigo, os investigadores encontraram aumentos significativos de testosterona após 12 semanas de treinamento de força, usando um programa em circuito de baixo volume e um outro periodizado de alto volume, sendo que os níveis de testosterona continuaram a aumentar por mais 12 semanas, apenas para o grupo periodizado (Fig 1), sendo que no grupo circuito os níveis de cortisol não se alteraram em nenhum momento e no grupo periodizado teve um decréscimo progressivo de cortisol durante as 24 semanas (Fig.2), proporcionando uma ótima relação testosterona/cortisol.

Figura 1 - Concentrações basais de testosterona durante 24 semanas de treinamento de força.

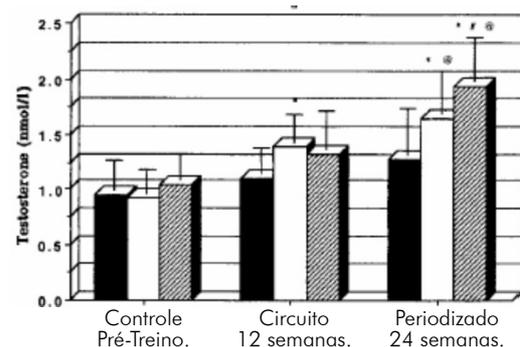
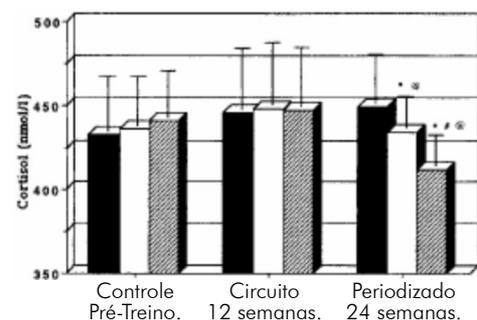


Figura 2- Efeitos do treinamento circuito e periodizado, nas concentrações basais de testosterona em mulheres jovens. * $P < 0,05$ corresponde ao pré-treino. # $P < 0,05$ corresponde a 12 semanas. @ $P < 0,05$ corresponde à diferença entre os grupos. Adaptado de (MARX, et.al. 2001).



Tsolakis et al. [46] também encontraram aumentos basais significativos nas concentrações sanguíneas de testosterona em garotos de 11 a 14 anos de idade após 2 meses de treinamento. E surpreendentemente os níveis de testosterona alcançados não diminuíram com mais 2 meses de treino, quando comparado ao grupo controle.

Segundo Fry *et al.* [37] duas semanas de treinamento de alta intensidade (100% de 1RM) realizado por 6 dias na semana não alteram os níveis basais de testosterona proporcionando aumentos apenas imediatamente após o treino, mas esse tipo de treinamento proporcionou uma intensidade de 11% da força máxima caracterizando overtraining. Por este motivo, Bompa [47] limita o treinamento de força máxima em 3 sessões semanais, por no máximo nove semanas consecutivas e com poucas sessões diárias de treinamento de força máxima, admitindo desta forma significativos aumentos na produção natural de testosterona, conseqüentemente aumentando os níveis de força. É o que demonstra, também, o estudo feito por Fry *et al.* [37] com levantadores de peso de elite e amadores. Inicialmente os atletas realizavam de 3 a 4 sessões por dia de treinamento de força máxima, vindo a realizar posteriormente 1 a 2 sessões por dia, aumentando significativamente os níveis de testosterona em relação ao cortisol, e, além disso, os atletas de elite tiveram uma grande relação com desempenho na competição após reduzirem o volume de treinamento.

A periodização do treinamento de força parece ser fundamental na modulação dos níveis hormonais, e conseqüentemente, na potencialização da força muscular.

Conclusão

As mudanças nos níveis de testosterona e cortisol induzidas pelo exercício físico ainda não estão bem esclarecidas; pois, as diversas interações (hora do dia, alimentação, tipo de exercício, estado de treinamento do indivíduo, idade, estado emocional, sexo etc.) que envolve o treinamento físico, dificultam o entendimento das respostas hormonais perante o exercício físico. De qualquer modo, a testosterona parece aumentar após sessões curtas e intensas de treinamento, principalmente de força, assim como o cortisol parece aumentar com sessões longas e intensas de treinamento, principalmente aeróbio. Além disso, programas periodizados de treinamento de força parecem ser a melhor estratégia para aumentar os níveis basais de testosterona e diminuir os níveis basais de cortisol, proporcionando, assim, um estado anabólico favorável em repouso. Em todo os caso novos estudos devem ser realizados, considerando principalmente populações idosas, que dificilmente sofrem alterações hormonais perante o exercício físico e o aumento da massa muscular raramente é significativo.

Referências

- Garrett Junior WE, Kirkendall DT. A ciência do exercício e dos esportes. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2003
- Silva PRP, Danielski R, Czepielewski MA. Esteróides anabolizantes no esporte. Rev Bras Med Esporte 2002;8(6): 235-243.
- Pagnani A, Oliveira O, Santoja R. Associação brasileira de estudo e combate do doping. Manual prático de controle antidoping e alternativa natural. 2a ed.;2002.
- Gayton AC. Fisiologia humana. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1988.
- Garcia Mayor RV, Andrade MA, Rios M, Large M, Dieguez C, Casanueva FF. Serum leptin levels in normal children: relationship to age, gender, body mass index, pituitary-gonadal hormones and pubertal stage. J Clin Endocrinol Metabol 1997;82(9):2849-2855.
- Pullinen TA, Mero A, Huttunen P, Pakarinen A, Komi PV. Resistance exercise-induced hormonal responses in men, women, and pubescent boys. Med Sci Sports Exerc 2002;34(5): 806-813 a.
- Gebara OCE, Vieira NW, Meyer JW, Calich AG, Tai EJ, Pierri H, Wajngarten M, Aldrighi JM. Efeitos cardiovasculares da testosterona. Arq Bras Cardiol 2002;79(6):644-9.
- Gusenoff JA, Harman SM, Veldhuis JD, Jayme JJ, Clair CST, Munzer T, et al. Cortisol and GH secretory dynamics and their interrelationships, in healthy aged women and men. Am J Physiol Endocrinol Metab 2001;280:616-625
- Harman MT, Metter JE, Tobin JD, Pearson J and Blackman MR. Longitudinal effects of aging on serum total and free testosterone levels in healthy men. J Clin Endocrinol Metabol 2001;86 (2):724-731.
- Kraemer WJ, Patton JE, Gordon SE, Harman EA, Deschenes MR, Reynolds K, et al. Compatibility of high intensity and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. J Appl Physiol 1995;78(3):976-989.
- Bloomer RJ, Sforzo GA and Keller BA. Effects of meal form and composition on plasma testosterone, cortisol and insulin following resistance exercise. Intern J Sport Nutr Exerc Metabolism 2000;10: 415-424.
- Loebel CC, Kraemer WJ. A brief review: testosterone and resistance exercise in men. J Strength Cond Res 1998;12(1):57-63.
- Hoffman JR. Testosterone: A review of physiological effects and exercise response. International Strength and Conditioning Association Journal 1992;14:4.
- Nindl BC, Kraemer WJ, Daver DR, Peters JL, Marx JO, Hackman JT, Loomis GA. LH secretion and testosterone concentrations are blunted after resistance exercise in men. J Appl Physiol 2001;91:1251-1258 b.
- Kanaley JA, Weltman JY, Pieper KS, Weltman A and Hartman M. Cortisol and growth hormone responses to exercise at different times of day. J Clin Endocrinol Metab 2001;86(6): 2881-2889.
- Souissi N, Gauthier A, Sesboüe B, Larue J and Davenne D. Effect of regular training at the same time of day on diurnal fluctuations in muscular performance. J Sports Sci 2002;20:929 - 937.
- Jürimäe J, Jürimäe T, Purge P. Plasma testosterone and cortisol response to prolonged sculling in male competitive rowers. J Sports Sci 2001;19: 893-898.
- Di Luigi L, Guidetti L, Baldaril C, Fabbri A, Moretti C, Romanelli F. Physical stress and qualitative gonadotropin secretion: LH biological activity at rest and after exercise in trained and untrained men. J Sports Med 2002;23:307-312.

19. Rudolph DL, McAuley E. Cortisol and affective responses to exercise. *J Sports Sci* 1998;16: 121-128.
20. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1988
21. Huguet RJ, Johnson GO, Housh TJ, Weir JP, Kinder JE. The effect of sub maximal treadmill running on serum testosterone levels 1996;10(4):224-227.
22. Cositt LA, Copeland JL, Tremblay MS. Hormone responses to resistance vs. endurance exercise in pre menopausal females. *Can J Appl Physiol* 2001;26(6):574-587.
23. Chatard JC, Atlaoui D, Lac G, Duclos M, Hooper S, Mackinnon L. Performance and training in elite swimmers. *J Sports Med* 2002;510-515.
24. Filho MGB, Ribeiro CS, Miranda R, Teixeira MT. A redução nos níveis de cortisol sanguíneo através da técnica progressiva em nadadores. *Rev Bras Med Esporte* 2002;8(4):01-05.
25. Kraemer WJ, Volek JS, Bush JA, Putukian M, Sebastianelli WJ. Hormonal responses to consecutive days of heavy-resistance exercise with or without nutritional supplementation. *J Appl Physiol* 1998;85(4):1544-1555.
26. Garcia BF, Lucía A, Hoyos J, Chicharro JL, Alonso MR, Banderes F, Terrados N. The response of sexual and stress hormones of male pro-cyclists during continuous intense competition. *J Sports Med* 2002;23:555-560.
27. Hickson RC, Hidaka K, Foster C, Falduto MT, Chatterton Junior RJ. Successive time courses of strength development to heavy resistance training. *J Appl Physiol* 1994;76(2):663-670.
28. Gotshalk LA, Loebel CC, Nindl BC, Putukian M, Sebastianelli WJ, Newton RU, Hakkinen K, Kraemer WJ. Hormonal. Responses of multi-set heavy-resistance exercise protocols can. *J Appl Physiol* 1997;22(3):244-255.
29. Pullinen TA, Mero A, Huttunen P, Pakarinen A, Komi P.V. Hormonal responses to a resistance exercise performed under the influence of delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res* 2002;16(3):383-389 b.
30. Nindl BC, Kraemer WJ, Gotshalk LA, Marx JO, Volek JS, Bush JA, Hakkinen K, Newton RU, Fleck SJ. Testosterone responses after resistance exercise in women: influence of regional fat distribution. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001;11:451-465 a.
31. Hanson S, Kvorning T, Kjaer M, Sjogaard G. The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels. *Scand J Med Sci Sports* 2001;11:347-354.
32. Hoffman JR, Im J, Rundell KW, Kang J, Nioka S, Speiring BA, Kimer R, and Chance B. Effect of muscle oxygenation during resistance exercise on anabolic hormone response. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(11):1929-1934.
33. Bosco CR, Colli R, Bonomi SP. Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Med Sci Sport Exercise* 2000;32(1): 202-208.
34. Kraemer WJ, Fleck SJ, Dziados JE, Harman EA, Marchitelli LJ, Gordon SE, et al. Changes in hormone concentrations after different heavy resistance exercise protocols. *J Appl Physiol* 1993;75(2):594-604.
35. Smilios I, Piliandis T, Karamouzis M, Tokmakidis SP. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(4):644-654.
36. Ostrowski KJ, Wilson GJ, Weatherby R, Murphy PW, Lytle AD. The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. *J Strength Cond Res* 1997;11(3): 148-154.
37. Fry AC, Kraemer WJ, Stone MH, Koziris LP, Thrush JT, Fleck SJ. Relationships between serum testosterone, cortisol and weightlifting performance. *J Strength Condition Res* 2000; 14(3):338-343
38. Uchida MC, Bacurau RFP, Navarro F Pontes, FL Tessuti, VD Moreau, RL Rosa, LFBPC Aoki MS. Alteração da relação testosterona: cortisol induzida pelo treinamento de força em mulheres. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10(3):165-168.
39. Vieira JGH. Avaliação dos potenciais problemas pré-analíticos e metodológicos em dosagens hormonais. *Arq Bras Endocrinol metab* 2002;46(1):09-15.
40. Kraemer WJ, Koziris LP, Ratamess NA, Hakkinen K, McBride NTT, Fry AC, et al. Detraining produce minimal changes in physical performance and hormonal variables in recreationally strength trained men. *J Strength Cond Res* 2002;16(3):373-382.
41. Ryan AS, Treuth MS, Rubin MA, Miller JP, Nicklas BJ, Landis DM, Pratley RE, Libanati CR, Gundberg CM and Hurley BF. Effects of strength training on bone mineral density: hormonal and bone turnover relationships. *J Appl Physiol* 1994;77(4):1678-1684.
42. Häkkinen K, Kraemer WJ, Pakarinen A, McBride TT, McBride JM, Häkkinen A, et al. Effects of resistance/power training on maximal strength, muscle morphology and hormonal response patterns in 60-75-year-old men and women. *Can J Appl Physiol* 2002;27(3):213-231.
43. Häkkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Häkkinen A, Valkeinen H, Alen M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force and serum hormones during strength training in older women 2001;91:569-580.
44. Izquierdo M, Hakkinen K, Ibáñez J, Antón A, Garrués M, Ruesta MEM, Gorostiaga EM. Effects of strength training on sub maximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. *J strength Cond Res* 2003;17(1):129-139
45. Kraemer WJ, Hakkinen K, Newton RU, Nindl BN, Volek JS, McCormick M, et al. Effects of heavy resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Appl Physiol* 1999;87(3):982-992
46. Tsolakis C, Messinis D, Stergioulas A, Dessypris A. Hormonal responses after strength training and detraining in prepubertal and pubertal boys. *J Strength Cond Res* 2000;14(4):399-404.
47. Bompa TO. *A periodização no treinamento esportivo*. 1a ed. Rio de Janeiro: Manole; 2001.
48. Jacks, DE Sowash J, Anning J, McGloughlin T. and Andres F. Effect of exercise at three exercise intensities on salivary cortisol. *J. Strength cond. res* 2002; 16(2): 286-289.
- 49.