

SÍNDROME DO *OVERTRAINING* EM ATLETAS DE ALTO RENDIMENTO: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Newton da Silva Pereira Junior (1); Danyelle Nóbrega de Farias (2).

1. Universidade Federal da Paraíba. ft.jr@hotmail.com

2. Universidade Federal da Paraíba. danynobregadefarias@hotmail.com

Resumo: O *overtraining* é caracterizado por um distúrbio neuroendócrino que leva à diminuição no desempenho em competições, incapacidade de manter as cargas de treinamento, fadiga persistente, redução na excreção de catecolaminas, doenças frequentes, distúrbios do sono e alterações de humor. Foi realizada uma revisão na literatura de artigos científicos e livros publicados no período de 1979 a 2009 com o objetivo de descrever as alterações desencadeadas pela síndrome do *overtraining* em atletas de alto rendimento e as estratégias para evitá-la. Quando ocorre um desequilíbrio entre o estado de estresse e a recuperação num programa de treinamento, diminuindo desse modo, o rendimento do atleta, é desencadeado o *overreaching*. Se o aumento nos níveis de treinamento sem uma recuperação ideal persistir, desenvolve-se o *overtraining*. As alterações desencadeadas pelo *overtraining* são divididas em fisiológicas, bioquímicas, psicológicas e imunológicas, levando a uma queda do rendimento esportivo e desequilíbrios emocionais. Concluiu-se que a síndrome do *overtraining* é multifatorial, sendo que o diagnóstico e prevenção precoce podem proporcionar o alcance máximo na *performance* do atleta. Através de uma boa periodização deve-se monitorar as cargas de treinamento bem como os períodos para a recuperação com o propósito de evitar que a síndrome.

Palavras-chave: *Overreaching*, *Overtraining*, *Performance*.

Introdução

A prática regular de exercícios físicos proporciona adaptações fisiológicas benéficas ao organismo como diminuição da frequência cardíaca de repouso e submáxima, aumento da força muscular, aumento do consumo máximo de oxigênio e modulação da atividade enzimática do metabolismo aeróbio e anaeróbio (MAGLISCHO, 1999).

O treinamento físico utilizado em atletas de alto rendimento tem como objetivo principal a obtenção da melhora na *performance*, sem que haja distúrbios homeostáticos que resultem em más

adaptações e patologias. A falta de sincronismo entre estratégias de treinamento e as condições dos sistemas orgânicos desencadeia o *overreaching* (HUG *et al.*, 2003).

O *overreaching* é definido como um acúmulo de estresse, no qual gera um decréscimo do desempenho do atleta em curto prazo. A síndrome pode ou não percorrer com sinais e sintomas psicológicos e/ou fisiológicos, sendo que, o reestabelecimento das capacidades do atleta pode acontecer em dias ou se estender a algumas semanas (KREIDER; FRY; O'TOOLE, 1998).

Segundo Jakerman (1994), a manutenção deste quadro por um tempo prolongado leva ao desenvolvimento do *overtraining*. Este por sua vez, é caracterizado por um distúrbio neuroendócrino que leva à diminuição no desempenho em competições, incapacidade de manter as cargas de treinamento, fadiga persistente, redução na excreção de catecolaminas, doenças frequentes, distúrbios do sono e alterações de humor (MACKINNON, 2000). Além disso, vários tipos de lesões musculoesqueléticas podem surgir, dentre as quais destacam-se os chamados microtraumas, que pela repetição excessiva de exercícios, produzem lesões no tecido muscular (MATSUDO, 2002). As alterações hormonais, imunológicas, fisiológicas e psicológicas podem ser marcadores desta síndrome, já que apenas os sinais e sintomas não são capazes de definir o diagnóstico (URHAUSEN; KINDERMANN, 2002).

Este estudo justifica-se pela incidência de atletas acometidos em algum momento de sua carreira profissional o que os leva a estacionar os treinos e suas atividades. Gould *et al.*, (1998) entrevistaram 296 atletas da delegação Norte Americana que participaram dos jogos Olímpicos de Atlanta. A entrevista era composta de questões sobre a preparação mental dos atletas, treinamento físico e recuperação, harmonia entre a equipe e

comissão técnica, competições internacionais anuais, envolvimento familiar, suporte pessoal, mídia e viagens. Dos entrevistados, 28% estiveram em um estado de supertreinamento o que explicava a queda de seus desempenhos. Gould, Guinan e Greenleaf (1999) em outro estudo com entrevistas e questionários envolvendo experiência olímpica e fatores que influenciavam na performance, durante as Olimpíadas de Inverno de Nagano em 1998, observaram que 10% dos atletas olímpicos norte americanos de 13 diferentes esportes, estiveram com supertreinamento e isto os levou a um baixo desempenho. Mckenzie (1999) relata que a síndrome do *overtraining* afetará até 65% dos corredores de longa distância em algum momento de sua carreira profissional. Assim, o estudo teve por objetivo compreender as alterações causadas pelo *overtraining* a partir de uma revisão da literatura.

Metodologia

Baseado no exposto, foi realizada uma revisão na literatura de artigos indexados nas bases de dados Medline e Lilacs, assim como em livros, nos idiomas português, espanhol e inglês, produzidos no período de 1979 a 2009, com o finalidade de descrever as alterações desencadeadas pela síndrome do *overtraining*

em atletas de alto rendimento e as estratégias para evitá-la.

Resultados e Discussão

Os autores relatam que o desenvolvimento de um pico de *performance*, característico em atletas de competição depende das adaptações resultantes de vários anos de treinamento. Adaptações como o aumento da potência aeróbica, aumento da ventilação pulmonar, melhora do perfil lipídico, diminuição da pressão arterial, melhora da sensibilidade à insulina e a diminuição da frequência cardíaca em repouso e no trabalho submáximo possibilitam um melhor fornecimento e utilização de oxigênio e de substratos energéticos durante o exercício físico, aumentando a capacidade do atleta em resistir ao esforço físico por uma intensidade e duração maiores (NEUFER, 1989; NEGRÃO *et al.*, 1996; MATSUDO; MATSUDO, 2000). Todavia, o exercício físico pode ser considerado como um agente causador de estresse. As respostas a este estímulo variam de acordo com a constituição física, o estado de treinamento e a idade (PUCHE, 1993).

Segundo Albert e Ururahy (1997) a repetição incessante e contínua de liberação na corrente sanguínea dos hormônios gerados pelo estresse crônico pode desencadear vários sintomas, que vão desde ligeiros incômodos

até a morte súbita. O estresse prolongado pode esgotar as células nervosas que fabricam noradrenalina e tornar o organismo hipersensível.

Porém, o estresse não pode ser considerado um fator negativo somente, uma vez que se torna um elemento real absolutamente necessário para que as respostas adaptativas positivas ao treinamento ocorram em ambientes de esporte competitivo. É importante que o atleta, durante uma competição, já tenha desenvolvido adaptações que possam responder aos estímulos estressores quando estes aparecerem durante um jogo competitivo (SILVA, 1990; KELLMANN, 2001; MIRANDA; BARA FILHO, 2008).

Se as estratégias de treinamento físico promoverem um desequilíbrio entre o estado de estresse e a recuperação, diminuindo desse modo, o rendimento do atleta, é desencadeado o *overreaching*. Esse estado caracteriza-se por um acúmulo de estresse de treinamento e não treinamento, resultando num decréscimo do desempenho em curto prazo com ou sem sinais e sintomas psicológicos e/ou fisiológicos (KREIDER; FRY; O'TOOLE, 1998; HUG *et al.*, 2003).

O *overreaching* pode ter uma fase positiva caso haja um planejamento prévio. É importante que o treinador manipule as variáveis do treinamento, a fim de proteger

seu atleta contra as adaptações negativas (BUDGETT, 1990; HALSON *et al.*, 2002). Segundo Meeusen *et al.* (2006) o *overreaching* positivo ou funcional acontece quando o treinamento permite ao atleta recuperação adequada e um desempenho superior. O *overreaching* negativo ou não funcional é alcançado aleatoriamente, sem planejamento e ocorre principalmente devido a um equívoco na distribuição e evolução das cargas de treino ao longo do ciclo de treinamento (GARET *et al.*, 2004; ACSM, 2009).

O processo de intensificação do treinamento normalmente é empregado para o incremento subsequente do rendimento, e como consequência os atletas podem ter diminuição do rendimento. Portanto, o *overreaching* funcional é a condição onde associam-se os sintomas e períodos de intensificação do treinamento, com reversão após alguns dias de recuperação. Caso o período de recuperação não for suficiente para a reversão dos sintomas, denomina-se *overreaching* não funcional (COUTTS; SLATTERY; WALLACE, 2007).

Segundo Budgett (1998) e Kreider, Fry e O'Toole (1998), *overtraining* é uma condição de fadiga e baixo rendimento, frequentemente associada com quadros de infecções e depressões com o decorrer de treinamentos e competições intensas, onde a

restauração das capacidades normais pode levar de semanas a meses.

O diagnóstico do *overtraining* baseia-se em avaliações psicológicas e medidas da concentração sanguínea de substratos metabólicos ou da atividade de algumas enzimas, embora não exista um consenso da existência de marcadores confiáveis do *overtraining*. A identificação de marcadores precisos permitiria a treinadores e atletas ajustarem suas cargas de treinamento tanto para aumentar os benefícios do treinamento quanto para evitar o supertreinamento, melhorando o desempenho e o tempo de atividade do atleta no esporte (HAKKINEN *et al.*, 1985; ADLERCREUTZ *et al.*, 1986).

Para Gleeson (2002), a concentração de glutamina plasmática tem sido sugerida como um possível indicador de estresse devido ao treinamento excessivo, uma vez que baixos níveis de glutamina plasmática são normalmente apontados em atletas em *overtraining*. Outro marcador bastante utilizado é a atividade da enzima creatina quinase, que é uma ferramenta para identificar um estágio recente de lesão muscular ou de *overreaching*. A concentração de resíduos de nitrogênio no plasma sanguíneo (uréia e o ácido úrico) pode indicar uma diminuição das proteínas musculares, podendo assim ser um marcador do *overtraining*, bem como uma redução na concentração máxima de lactato,

possivelmente devido a uma diminuição dos níveis de glicogênio muscular, diminuição das catecolaminas em resposta ao exercício ou diminuição dos efeitos das catecolaminas sobre o tecido muscular (URHAUSEN; GABRIEL; KINDERMANN, 1998; GLEESON, 2002).

Embora estes marcadores não possam ser utilizados fidedignamente para identificar e impedir o *overtraining*, a melhor estratégia para identificar atletas com risco de adquiri-lo é monitorar regularmente a rotina de treinamento, bem como as variáveis bioquímicas e fisiológicas (CUNHA; RIBEIRO; OLIVEIRA, 2006).

As alterações desencadeadas pelo *overtraining* descritas por Rogero e Tirapegui (2003) são divididas em fisiológicas, bioquímicas, psicológicas e imunológicas. Uma alteração bioquímica importante é a diminuição dos estoques de glicogênio que leva a fadiga persistente e redução da força muscular. Além disso, alterações nos níveis de lactato podem estar relacionadas com a diminuição do glicogênio. Outra alteração fisiológica observada são as alterações nos valores da frequência cardíaca. Os níveis de cortisol e testosterona alterados podem estar relacionados à diminuição do peso corporal. A depressão que é uma alteração psicológica está diretamente relacionada à diminuição do peso corporal, irritabilidade, alteração de sono

e de humor e a falta de apetite. As alterações imunológicas principais são aumento das infecções, aumento das citocinas e febre. Todas essas alterações podem promover a queda no desempenho dos atletas. A diminuição dos estoques de carboidrato consiste em um significativo fator desencadeante da fadiga periférica, o que reforça a relevância desse nutriente no desempenho de um atleta, de forma que a carência deste nutriente pode levar a diminuição da força muscular. Sendo assim, diversas estratégias têm sido estudadas com o objetivo de se otimizar os estoques muscular e hepático de glicogênio, porém estudos demonstram que diversos atletas apresentam diminuição significativa do conteúdo de glicogênio muscular em importantes períodos da temporada de treinamento, devido ao aumento significativo do volume de esforço (DAVIS, 1995; WALBERG-RANKING, 1995; BURKE *et al.*, 2001).

Segundo McCarthy, Pozniak e Agre (2002) a depleção crônica de glicogênio torna menor o ganho de força muscular. O lactato é um metabólito produzido constantemente em repouso por diversos tecidos do corpo, mas principalmente durante a realização do exercício predominantemente anaeróbio (GLADDEN, 2004). A formação de lactato também está relacionada à taxa de produção energética pelo glicogênio muscular

(SHULMAN, 2005). Bosquet, Leger e Legros (2001) mostraram que indivíduos com *overtraining* apresentaram reduções nas concentrações de lactato em teste incremental quando comparados a indivíduos de um grupo controle. As baixas concentrações de lactato durante o exercício podem ser explicadas pela incapacidade produtora da musculatura ou pelo aumento de sua utilização no músculo e em outros órgãos (BROOKS; FAHEY; WHITE, 1996).

Costill *et al.*, (1998) verificaram que a diminuição do metabólito acontece após inúmeras sessões intensas de treinamento, o que provoca deficiência na ressíntese do glicogênio. Em contrapartida, Steinacker *et al.* (2000) apontaram que reduções nas concentrações de lactato após excessivos períodos de treinamento podem exercer efeitos supercompensatórios durante o período de recuperação.

Hynynen *et al.*, (2006) demonstram que o *overtraining* altera a frequência cardíaca, a qual pode ser utilizada como um indicativo de alteração parassimpática ou simpática. Estudos apontam a redução na frequência cardíaca após um período de treinamento intenso. Este fato pode estar relacionado com a incapacidade do atleta de atingir esforços máximos durante o estado de *overtraining* o que provoca consequentemente, menor atividade cardíaca

(LEHMANN *et al.*, 1992; URHAUSEN; GABRIEL; KINDERMANN, 1998). As alterações na frequência cardíaca podem realmente diagnosticar o estado de *overtraining*, já que a síndrome altera a atividade do sistema nervoso autônomo, refletindo-se em variações na frequência cardíaca, justificada pelo aumento de adrenalina e noradrenalina das concentrações urinárias, principalmente em períodos de treinamento mais intensos (ATLAOUI *et al.*, 2007).

Porém, Achten e Jeukendrup (2003) relatam que são necessários mais estudos que analisem a frequência cardíaca durante o treinamento para identificação das mudanças decorrentes no *overtraining*.

A fadiga é o conjunto de manifestações produzidas por trabalho ou exercício prolongado, tendo como consequência a diminuição da capacidade funcional de manter ou continuar o rendimento esperado. Em esportes de resistência, o *overtraining* é caracterizado por fadiga persistente e apatia (DAVIS, 1995; JAKERMAN, 1998). No tecido musculoesquelético, a testosterona atua como hormônio anabólico promovendo a síntese protéica. Diferentemente, o cortisol apresenta uma ação catabólica, prevenindo a reesterificação de ácidos graxos e induzindo a lipólise. As análises das concentrações

plasmáticas de testosterona e cortisol vêm sendo muito utilizadas para detectar respostas fisiológicas no treinamento (HOOPER *et al.*, 1993; MACKINNON *et al.*, 1997; HALSON; JEUKENDRUP, 2004).

Através da razão plasmática entre a testosterona/cortisol, verifica-se qual é o grau de anabolismo e catabolismo apresentado pelo organismo. Sendo assim, o organismo apresenta implicações importantes sobre o processo anabólico, durante o período de recuperação, pois a alta concentração sérica de cortisol combinada ao aumento da ligação deste hormônio ao tecido muscular pode acarretar em um maior catabolismo protéico, explicando assim a elevada taxa de uréia e a diminuição do peso corporal em atletas com *overtraining*.

A síndrome do *overtraining* está relacionada a estruturas cerebrais, vias endócrinas e respostas imunitárias semelhantes aquelas relatadas para a depressão (MORGAN *et al.*, 1987; O'CONNOR; MORGAN; RAGLIN, 1991). Morgan *et al.*, (1987) relataram que cerca de 80% dos atletas com *overtraining* tiveram uma psicopatologia semelhante a pessoas com depressão psíquica. Além disso, mesmo os atletas motivados tinham dificuldades de enfrentamento a medida que percebiam o mau desempenho, devido ao desejo de executar bem e ganhar. Uma das razões para as

frustrações vistas nestes atletas com diminuição do rendimento, tem a ver com a pressão que exercem sobre si mesmos para atingir seus objetivos (HANNA, 1979; COAKLEY, 1992). A frustração devido a falta de desempenho conduz o atleta a aumentar ainda mais o grau de insatisfação sobre o que ele está fazendo, o que traz consequente piora na *performance* (KENTTA; HASSMEN; RAGLIN, 2001). Este ciclo se manifesta por alterações no humor, irritabilidade, distúrbios do sono, perdas de apetite e peso do corpo, e um aumento de sintomas depressivos (ARMSTRONG; VANHEEST, 2002).

O' Connor e Puetz (2005) e Silva *et al.* (2007) demonstraram que atletas de resistência têm revelado que a atividade física pode tanto melhorar quanto piorar a fadiga e a energia do humor e o efeito depende do volume e da intensidade de estímulo do treinamento. As alterações no estado de humor são relacionadas tanto a prática regular de atividades físicas quanto aos diferentes momentos de treinamento e competições esportivas. Segundo Foster e Lehmann (1997) o *overtraining* pode ser induzido por treinamentos repetitivos, onde não existe uma variação das atividades físicas.

Todas as alterações relacionadas ao supertreinamento promovem a queda do desempenho do atleta. Mesmo que o atleta

apresente alterações hormonais ou distúrbios de humor, se a *performance* esportiva não diminui, ele não deve ser classificado em estado de *overtraining*. A variável de desempenho é considerada imprescindível na detecção da síndrome (URHAUSEN; KINDERMANN, 2002; HALSON; JEUKENDRUP, 2004).

Além de medidas como rígido controle da carga do treinamento e implantação de períodos relativamente constantes de recuperação durante a temporada esportiva, a prevenção do *overtraining* deve abordar aspectos multidisciplinares, uma vez que esse fenômeno está relacionado com fatores fisiológicos, psicológicos e sociais (SIMOLA; SAMULSKI; PRADO, 2007). A comunicação entre treinadores e atletas é muito importante, pois o treinador muitas vezes assume um papel muito distante dos atletas, sendo que seus comandos e decisões sobre a equipe são inquestionáveis. Além disso, o atleta deve se sentir seguro e encorajado para expressar todos os seus sentimentos buscando apoio de seus companheiros de equipe e do próprio treinador.

O estabelecimento de metas realistas e atrativas para o treinamento e competição em curto prazo pode servir como fator motivador, incentivando o alcance destes objetivos e criando uma sensação de prazer para o atleta

quando alcançados (SAMULSKI; COSTA, 2002). A monitorização do desempenho mediante registro dos treinamentos e competições devem ser observadas. Atletas e treinadores devem registrar a frequência, a duração e a intensidade do treinamento juntamente com os períodos de repouso entre as sessões, considerando que os atletas possuem diferentes níveis de aptidão e tolerância à carga de treinamento (HOOPER; MACKINNON, 1995; ROWBOTTOM; KEAST; MORTON, 1998).

De acordo com Kellmann (1999) e Gleeson (2000) as cargas de treinamento devem ser aumentadas de forma progressiva, utilizando para isso a periodização no estabelecimento dos exercícios. As modificações nas cargas devem ser baseadas nas reduções do volume e alteração da intensidade e deve-se evitar a monotonia nos treinamentos, priorizando os períodos de recuperação. Muitos técnicos e atletas preocupam-se com o controle de emoções em situações pré-competitivas, porém poucos se preocupam com o controle de emoções pós-competitivas. Emoções provenientes da derrota, muitas vezes resultam em discussões, brigas e conflitos interpessoais. Conflitos sociais dessa ordem aumentam as chances de surgimento de *overtraining* (SIMOLA; SAMULSKI; PRADO, 2007). Utilizar os processos de recuperação ativa e passiva,

associando períodos de repouso absoluto com a utilização de pequenos jogos, viagens, utilização de outras modalidades regenerativas podem ser estratégias para evitar a síndrome.

O *overtraining* possui origem multifatorial, portanto sua prevenção e tratamento devem ser baseados em um modelo multidisciplinar, envolvendo técnicos, preparadores físicos, fisioterapeutas, psicólogos do esporte, nutricionistas, médicos, administradores esportivos e o próprio atleta, pois este último não deve ignorar suas responsabilidades frente ao seu próprio treinamento esportivo (COSTA; SAMULSKI, 2005).

Conclusões

Conclui-se que a síndrome do *overtraining* é multifatorial. As alterações desencadeadas pelo *overtraining* podem gerar desordens fisiológicas, bioquímicas, psicológicas e imunológicas, tais como fadiga persistente, redução da força muscular, alterações nos valores da frequência cardíaca, diminuição do peso corporal, redução dos estoques de glicogênio, alterações nos níveis de lactato, cortisol e testosterona, aumento das citocinas, quadros de depressão, irritabilidade, alteração de sono e de humor, falta de apetite e quadros de infecções,

levando a uma queda do rendimento esportivo.

Dessa forma, diagnosticar e prevenir precocemente o desenvolvimento da síndrome pode proporcionar o alcance máximo na *performance* do atleta, uma vez que os processos fisiológicos e psicológicos envolvidos, quando bem monitorados, promovem uma boa adaptação física do atleta.

Referências

- ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A. E. Heart rate monitoring: applications and limitations. **Sports Medicine**, v. 33, n.7, p. 517-538, 2003.
- ADLERCREUTZ, H.; HARKONEN, M.; KUOPPASALMI, K. *et al.* Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. **Int. J. Sports Med.**, v.7, p. 27-28, 1986.
- ALBERT, E.; URURAHY, G. **Como tornar-se um bom estressado**. Rio de Janeiro: Salamandra, 1997.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). Position Stand: Progression models in resistance training for health adults. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.41, n.3, p. 687- 708, 2009.
- ARMSTRONG, L.; VANHEEST, L. The unknown mechanism of the overtraining syndrome - clues from depression and psychoneuroimmunology. **Sports Medicine**, v.32, p.185-209, 2002.
- ATLAOUI, D.; PICHOT, V.; LACOSTE, L. *et al.* Heart rate variability, training variation and performance in lite swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, v.28, n.5, p.394- 400, 2007.
- BOSQUET, L.; LEGER, L.; LEGROS, P. Blood Lactate Response to overtraining in male athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v.84, p.107-114, 2001.

- BROOKS, G. A.; FAHEY, T. D.; WHITE, T. P. **Exercise Physiology: human bioenergetics and its application**. 2.ed. Mountain View Calif.: Mayfield, 1996.
- BUDGETT, R. Overtraining Syndrom. **Brazilian Journal of Sports Medicine**, v.24, p.231- 236, 1990.
- BUDGETT, R. Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome. **Brazilian Journal of Sports Medicine**, v.32, p.107-110, 1998.
- BURKE, L. M.; COX, G. R.; CULMMINGS, N. K. *et al.* Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them? **Sports Med.**, v.31, p.267-299, 2001.
- COAKLEY, J. Burnout among adolescent athletes: A personal failure or social problem? **Sociology of Sport Journal**, v.9, p.271-285, 1992.
- COSTA, L. O. P.; SAMULSKI, D. M. Overtraining em Atletas de Alto Nível – Uma Revisão Literária. **R. bras. Ci e Mov.**, v.13, n.2, p.123-134, 2005.
- COSTILL, D. L.; FLYNN, M. G.; KIRWAN, J. P. *et al.* Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.20, n.3, p.249-254, 1998.
- COUTTS, A. J.; SLATTERY, K. M.; WALLACE, L. K. Practical tests for monitoring performance, fatigue and recovery in triathletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.10, n.6, p.372-381, 2007.
- DAVIS, J. M. Central and peripheral factors in fatigue. **J. Sports Sci.**, v.13, p.49-53, 1995.
- FOSTER, C.; LEHMANN, M. **Overtraining syndrome**. In: Running injuries. Philadelphia: 1997.
- FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.30, p.1164-1168, 1998.
- GARET, M.; TOURNAIRE, N.; ROCHE, F. *et al.* Individual interdependence between nocturnal ASN activity and performance in swimmers. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.36, n.12, p.2112-2118, 2004.
- GLADDEN, L. B. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. **The Journal of Physiology**, v.1, n.558, p.5-30, 2004.
- GLEESON, M. The scientific basis of practical strategies to maintain immunocompetence in elite athletes. **Exerc. Immunol. Rev.**, v.6: p.75-101, 2000.
- GLEESON, M. Biochemical and immunological markers of overtraining. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.2, p.31-41, 2002.
- GOULD, D.; GUINAN, D.; GREENLEAF, C. *et al.* Positive and negative factors influencing U.S. Olympic athletes and coaches: Atlanta games assessment. Final grant report submitted to the U.S. Olympic Committee. **Sport Science and Technology Division**, Colorado Springs, 1998.
- GOULD, D.; GUINAN, D.; GREENLEAF, C. Factors affecting Olympic performance: perceptions of athletes and coaches from more and less successful teams. **The Sport Psychologist**, v.13, p.371-395, 1999.
- HAKKINEN, K.; PAKARINEN, A.; ALEN, M. *et al.* Serum hormones during prolonged training of neuromuscular performance. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v.53, p. 87-93, 1985.
- HALSON, S.; JEUKENDRUP, A. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Medicine**, v.34, n.14, p. 967-981, 2004.
- HALSON, S. L.; BRIDGE, M. W.; MEEUSEN, R. *et al.* Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. **J. Appl Physiol.**, v.93, n.3, p.947-56, 2002.
- HANNA, E. A. Potential sources of anxiety and depression associated with athletic competition. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v.4, p.199-204, 1979.
- HOOOPER, S. L.; MACKINNON, L. T.; GORDON, R. D. *et al.* Hormonal responses of elite swimmers to overtraining. **Medicine**

- and **Science in Sports and Exercise**, v.25, p.741-747, 1993.
- HOOPER, S. L.; MACKINNON, L. T. Monitoring overtraining in athletes. Recommendations. **Sports Med.**, v.20, n.5, p.321-327, 1995.
- HUG, M.; MULLIS, P. E.; VOGT, M. *et al.* Training modalities: over-reaching and overtraining in athletes, including a study of the role of hormones. **Clin. Endocrinol. Metab.**, v.17, p. 191-209, 2003.
- HYNYNEN, E.; UUSITALO, A.; KONTTINEN, N. *et al.* Heart rate variability during night sleep and awakening in overtrained athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.38, n.2, p.313-317, 2006.
- JAKERMAN, P. M. Base fisiológica de la puesta a punto. **Stadium**, v.28, n.163, p.19, 1994.
- JAKERMAN, P. M. Amino acid metabolism, branched chain amino acid feeding and brain monoamine function. **Proc. Nutr. Soc.**, v.57, p.35-41, 1998.
- KELLMANN, M. The relationships between the recovery-stress questionnaire for athletes and the profile of mood states. **Motivation Und Volition im Sport – Vom Planen zum Handeln**. Koln: bps, 1999.
- KELLMANN, M. **Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes**. Champaign: Human Kinetics, 2001.
- KELLMANN, M. **Underrecovery and Overtraining**. Champaign: Human Kinetics, 2002.
- KENTTA, G.; HASSMEN, P. Overtraining and recovery. **Sports Med.**, v.26, n.1, p.1-16, 1998.
- KENTTA, G.; HASSMEN, P.; RAGLIN, J. Training practices and overtraining syndrome in Swedish age-group athletes. **International Journal of Sports Medicine**, v.22, p.460-465, 2001.
- KREIDER, R.; FRY, A. C.; O'TOOLE, M. **Overtraining in sport: terms definitions and prevalence**. USA: Human Kinetics, 1998.
- LEHMANN, M.; GASTMANN, U.; PETERSEN, K. G. *et al.* Training-overtraining: performance and hormonal levels after a defined increase in training volume vs. intensity in experienced middle and long-distance runners. **British Journal of Sports Medicine**, v.26, p.233-242, 1992.
- MACKINNON, L. T. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: overtraining effects on immunity and performance in athletes. **Immunol. Cell Biol.**, v.78, n.5, p.502-509, 2000.
- MACKINNON, L. T.; HOOPER, S. L.; JONES, S. *et al.* Hormonal, immunological, and hematological responses to intensified training in swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 9, p.1637-1645, 1997.
- MAGLISCHO, E. W. **Nadando ainda mais rápido**. São Paulo: Manole, 1999.
- MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R. Evidências da importância da atividade física nas doenças cardiovasculares e na saúde. **Revista Diagnóstico e tratamento**, v.5, n.2, p.10-17, 2000.
- MATSUDO, V. Lesões e alterações osteomusculares na criança e no adolescente atleta. **Esporte e atividade física na infância e adolescência**. São Paulo: Artmed, 2002.
- MCCARTHY, J. P.; POZNIAK, M. A.; AGRE, J. C. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. **Med. Sci . Sports Exerc.**, v.34, n.3, p.511-519, 2002.
- MCKENZIE, D. C. Markers of excessive exercise. **Can. J. Appl. Physiol.**, v.24, n.1, p.66-73, 1999.
- MEEUSEN, R.; DUCLOS, M.; GLEESON, M., *et al.* Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome. **Eur. J. Sport Sci.**, v.6, n.1, p. 1-14, 2006.
- MIRANDA, R.; BARA FILHO, M. **Construindo um atleta vencedor: Uma abordagem psicofísica do esporte**. 1.ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- MORGAN, W.; BROWN, D.; RAGLIN, J. *et al.* Psychological monitoring of overtraining and staleness. **British Journal of Sports Medicine**, v.21, p.107-114, 1987.

- NEGRÃO, C. E.; FORJAZ, C. L. M.; RONDON, M. U. P. B. *et al.* Adaptação cardiovascular ao treinamento físico dinâmico. **SOCESP Cardiologia, atualização e reciclagem**, v.2, p.532-540, 1996.
- NEUFER, P. D. The effect of detraining and reduced training on the physiological adaptations to aerobic exercise training. **Sports Medicine**, v.8, n.5, p.302-321, 1989.
- O'CONNOR, P. J.; PUETZ, T. W. Chronic physical activity and feelings of energy and fatigue. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.37, n.2, p.299, 305, 2005.
- O'CONNOR, P. J., MORGAN, W. P.; RAGLIN, J. S. Psychobiologic effects of 3 d of increased training in female and male Swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, 1055-1061, 1991.
- PUCHE, P. P. El sistema deportista y sus capacidades. **Stadium**, v.27, n.159, p.13-16, 1993.
- ROGERO, M. M.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre glutamina, atividade física e sistema imune. **Rev.Bras.Cien.Farm.**, v.36, 2000.
- ROGERO, M. M.; TIRAPEGUI, J. Overtraining - Excesso de treinamento. **Nutr Pauta.**, v.11, p.23-30, 2003.
- ROWBOTTOM, D. G.; KEAST, D.; MORTON, A. R. Monitoring and preventing of overreaching in endurance athletes. **Overtraining in sport**. Champaign: Human Kinetics, 1998.
- SAMULSKI, D. M.; COSTA, L. O. C. Supertreinamento e recuperação. **Psicologia do esporte: manual para educação física, psicologia e fisioterapia**. São Paulo: Manole, 2002.
- SHULMAN, R. G. Glycogen turnover forms lactate during exercise. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v.33, n.4, p.157-162, 2005.
- SILVA, J. M. An analysis of the training stress syndrome in competitive athletics. **J. Appl. Sport Psychology.**, v.2, p. 5-20, 1990.
- SILVA, M. V.; FREITAS, D. S.; CASTRO, P. L. *et al.* Análise do efeito da carga de treinamento sobre os sentimentos de vigor e fadiga durante um macrociclo de treinamento. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, v.6, n.1, p. 73-78, 2007.
- SIMOLA, R. A. P.; SAMULSKI, D. M.; PRADO, L. S. Overtraining: uma abordagem multidisciplinar. **Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte**. v.2, n.1, 2007.
- STEINACKER, J. M.; LORMES, W.; KELLMANN, M. *et al.* Training of junior rowers before world championships. Effects on performance, mood state and select hormonal and metabolic responses. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.40, n.4, p.327- 335, 2000.
- URHAUSEN, A.; GABRIEL, H. H.; KINDERMANN, W. Impaired pituitary hormonal response to exhaustive exercise in overtrained endurance athletes. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.30, n.3, p.407-414, 1998.
- URHAUSEN, A.; KINDERMANN, W. Diagnosis of overtraining: what tools do we have? **Sports Med.**, v.32, n.2, p.95-102, 2002.
- UUSITALO, A. L. T. Overtraining. Making a difficult diagnosis and implementing targeted treatment. **The Physician and Sport medicine**, v.29, p.178-186, 2001.
- WALBERG-RANKING, J. Dietary carbohydrate as an ergogenic aid for prolonged and brief competition in sport. **Int. J. Sport Nutr.**, v.5, p.13-28, 1995.