

EFEITO CRÔNICO DO EXERCÍCIO AERÓBIO NOS LEUCÓCITOS E LINFÓCITOS DE PROFESSORES DE GINÁSTICA EM MINITRAMPOLIM EM DUAS ACADEMIAS DE JOINVILLE**Adolfo Gustavo Moser Steingraber¹, Alessandro Agustin Cohen¹, Francisco Navarro^{1,2}****RESUMO**

Praticantes de atividades físicas de moderada intensidade, geralmente são associados a uma melhor qualidade de vida e menor incidência de infecções, associada à melhora do sistema imune. Entretanto, quando a atividade é praticada sob forma intensa, tanto por atletas profissionais, como recreacionais, o exercício físico, está freqüentemente associado ao aumento na ocorrência de doenças infecciosas devido a uma baixa na imunidade. Apesar de inúmeros estudos associando o exercício físico como mecanismo estressor e avaliando seus efeitos sobre o sistema imunológico, pouco se sabe sobre os efeitos da atividade física nos professores de academias que, pela grande carga de trabalho físico, comparam-se aos atletas de alta performance. Participaram deste estudo, dois professores de ginástica aeróbica sobre minitrampolim atuantes em duas academias na cidade de Joinville com um volume de oito a dez aulas ministradas semanalmente. Foram analisadas as contagens de leucócitos, linfócitos e neutrófilos, durante as semanas normais de trabalho, após uma pausa e nas semanas após o retorno rotina normal. Apesar dos valores encontrados estarem dentro dos limites referenciais, verificou-se que, nas semanas de trabalho, os resultados aproximavam-se muito dos valores mínimos e que, após o repouso sugerido, esses valores sofreram um visível aumento, retornando ao estado inicial quando na volta às atividades normais. Conclui-se que, com o volume e a intensidade estudados, a amostra, no desenvolvimento de suas atividades de trabalho, apresentou elevado risco de contrair doenças e infecções principalmente nas vias aéreas superiores.

Palavras chave: Imunologia, exercício aeróbio, linfócitos, leucócitos.

1- Programa de Pós Graduação Lato Sensu em Fisiologia do Exercício – Prescrição do Exercício da Universidade Gama Filho.

2- Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino Em Fisiologia do Exercício - IBPEFEX

ABSTRACT

Chronic effect of the aerobic exercise in the leukocytes and lymphocytes in professors of gymnastics in mini springboard in two academies of Joinville

Practitioners of moderate intensity physical activities; usually are associated to a better life quality and smaller incidence of infections associated to the improvement of the immune system. However, when the activity is practiced under vigorous form, either by professional athletes or recreational individuals, the physical exercise is frequently associated to the increase in the occurrence of infectious diseases due to a drop in the immunity. In spite of countless studies associating the physical exercise as stressor mechanism and evaluating its effects on the immunological system, little is known about the effects of the physical activity in the instructors of academies that, given the great load of their physical work, are compared to the high performance athletes. Two instructors of aerobic gymnastic participated in this study on active mini springboard in two academies in the city of Joinville, with a weekly volume of eight to ten classes given. The counting of leucocytes, lymphocytes and neutrophils were analyzed during the normal weeks of physical activities, after a period without activities and in the weeks after the return to the normal routine. In spite of the values found being within the referential limits, it was verified that, in the weeks of work, the results were very similar to the minimum values and that after the suggested break, those values showed a visible increase, going back to the initial values, when returning to the normal activities. Based on these facts, it is concluded that, with the volume and the intensity given, the sample, in the development of their work activities, presented high risk of contracting diseases and upper respiratory tract infections.

Key words: Immunology, leucocytes.

Endereço para correspondência:
francisco.navarro@uol.com.br

INTRODUÇÃO

A partir da década de 70, com o avanço tecnológico, nota-se um grande aumento do número de estudos científicos na área da imunologia, principalmente associando o exercício físico como fator estressor e avaliando sua influência sobre o sistema imunológico (Rosa e Waissberg, 2002).

Atualmente, duas são as situações que vêm recebendo destaque nos trabalhos a cerca do sistema imunológico: os efeitos do exercício em sua forma crônica em atletas submetidos à fadiga extrema e o surgimento de infecções nas vias aéreas superiores e ainda, a resposta imune ao exercício físico como fator de estresse (ACSM, 2004; Gleenson, 2000; Rosa e Waissberg, 2002).

O exercício físico pode gerar uma série de respostas na fisiologia orgânica, Rosa e Waissberg (2002), afirmam que tais respostas podem apresentar resultados imediatos (efeito agudo) e outras que exijam uma série de adaptações a médio e longo prazo (efeito crônico).

A atividade física tanto com característica aguda quanto crônica interfere diretamente no equilíbrio orgânico (homeostase) forçando, deste modo, sua reestruturação fisiológica em diversos sistemas, entre eles, o imune (ACSM, 2004; Falk e Dotan, 2006).

Segundo Natale e colaboradores (2003) e Fehrenback e Schneider (2006), os exercícios de alta intensidade provocam lesão tecidual, produção de hormônios de estresse e alteração na função e quantidade circulante de várias células imunes.

As informações atuais a respeito do sistema imunológico e *overreaching* parecem apenas confirmar o papel do aumento da intensidade do exercício para a imunossupressão (Jansdottir e Hoffmann, 2000; Malm e colaboradores, 2004; Halson e Jeukendrup, 2004).

Muitas citações trazem relatos de ocorrências de doenças e infecções das vias aéreas superiores (VAS) em atletas em estado de *overtraining* e *overreaching*, a função da imunossupressão induzida pelo exercício tem sido estudada. Parece aceitável que, comumente, o exercício intenso e/ou com duração prolongada induz a tais estados aumentando a duração da "janela imunológica"

favorecendo uma conseqüente imunossupressão (Shephard, 2003; Halson e Jeukendrup, 2004; Pedersen e colaboradores, 1996).

SISTEMA IMUNOLÓGICO

Segundo ACSM (2004), uma das funções mais importantes do sistema imune, porém não a única, consiste em distinguir as células que fazem parte do organismo das que não o pertencem, deste modo, prevenindo ou combatendo infecções produzidas por microorganismos patogênicos.

Contando com um sistema especial composto pelos leucócitos e pelas células teciduais que deles derivam, atuam de forma conjunta para combater os diferentes tipos de agentes infecciosos e tóxicos (Guyton e Hall, 2002).

Fatores interferentes no sistema imunológico

Os leucócitos são células, do sistema imunológico, formadas na medula óssea. Um pequeno número, de um a dois por cento, migra por todo o organismo através da corrente sanguínea, porém, a maioria permanece armazenada nos vários tecidos linfóides até que sejam necessários (ACSM, 2004; Guyton e Hall, 2002).

Para Fehrenback e Schneider (2006), o exercício físico provoca resposta inflamatória através de estresse mecânico e hormonal, trazendo citocinas para o local da inflamação.

De acordo com Guyton e Hall (2002) e Machado e colaboradores (2004), quando ocorre inflamação tecidual, seja ela causada por bactérias, traumatismos, substâncias químicas, calor ou qualquer outro fenômeno, os tecidos lesados liberam múltiplas substâncias que provocam alterações radicais secundárias nos tecidos, entre elas a migração das células do sistema imune para o local inflamado.

De acordo com ACSM (2004), apesar de uma perturbação apenas transitória no número de leucócitos circulantes, existem evidências mostrando que tanto o exercício crônico como o agudo, provocam ou afetam as células relacionadas com a resposta imune.

Relação entre exercício físico e sistema imunológico

Durante o exercício físico ou em situações de estresse, ocorre uma descarga de alguns hormônios e citocinas na corrente sanguínea os quais são fundamentais para a modulação das células do sistema imune (Weicker e Werle, 1991; Pedersen e colaboradores, 1998; Steinacker, 2004; citado por Cardia e colaboradores, 2006).

Shephard (2003), demonstrou que, durante o exercício intenso, o número de leucócitos circulante aumenta de forma substancial.

O exercício intenso, mesmo que em uma única sessão é, seguido de uma temporária imunossupressão (Leandro e colaboradores, 2002), também conhecida como "janela imunológica", podendo instalar-se por períodos de 3 a 72 horas (Pedersen e colaboradores, 1996; Nieman, 2000; Kentä e Hassmén, 1998).

Adaptações do sistema imunológico em resposta ao exercício físico

Influenciado pelo exercício físico podemos classificar as respostas do sistema imune como: aguda ou crônica, onde a primeira compreende a reação imediata e transitória e a segunda, quando o estresse permanece por um período prolongado de tempo favorecendo um ajuste crônico, capacitando o organismo a tolerar de forma mais adequada o estresse (ACSM, 2004; Rosa e Waissberg, 2002).

O exercício físico praticado de forma contínua (crônico) promove ajustes orgânicos conforme as exigências e o tipo da atividade desenvolvida (Nieman, 2005; Snyder, 1998 e Kudelska e colaboradores citado por Oliveira e colaboradores, 2002).

Atividades físicas de média e baixa intensidade têm apresentado, como efeito crônico, incrementos na resposta imune e o não aparecimento de infecções, diferentemente do exercício de alta intensidade que nos leva a uma imunossupressão (Friman e Wesslén, 2000; Nieman e Pedersen, 1999).

Ginástica aeróbica sobre o minitrampolim

Existem, nos dias de hoje, várias de-

nominações para as aulas de ginástica aeróbica sobre o minitrampolim, também conhecida como *aero-jump*, *jump-fit* ou *power-jump*, pela existência de franquias que oferecem aos professores treinamentos e aulas pré-coreografadas, mas que buscam atingir um mesmo objetivo utilizando-se deste aparelho.

Furtado e colaboradores (2004), descreve a atividade sobre o minitrampolim como sendo um programa de exercícios desenvolvidos com ritmo determinado por evolução musical obtendo, através de sua prática regular, os mesmos resultados atingidos pela execução de quaisquer outros exercícios aeróbicos.

Os exercícios envolvem, força da gravidade, aceleração e desaceleração buscando atingir um maior gasto energético com um menor impacto articular, principalmente em membros inferiores (Furtado e colaboradores, 2004).

Um estudo sobre a aula de "jump-fit" foi desenvolvido por Furtado e colaboradores (2004), com 10 mulheres na faixa etária de $26,9 \pm 7,2$ anos, saudáveis e fisicamente ativas. Os autores verificaram em seu estudo, através da análise do consumo de oxigênio, que a intensidade de trabalho físico médio, relacionado à frequência cardíaca, durante toda a aula representou 87,1% da média da frequência cardíaca máxima alcançada por sua amostra, caracterizando a modalidade como uma atividade física intensa.

Leandro e colaboradores (2002), classificam a intensidade do exercício como sendo: leve, abaixo de 50%, moderado 50-65% e intenso, acima de 65% do VO_2 máximo.

Monteiro e colaboradores (1999) associaram o andamento do ritmo musical à frequência cardíaca alcançada durante o exercício, observando o aumento da mesma em função do aumento do ritmo musical.

Durante a aula de ginástica aeróbica no minitrampolim são utilizadas cadências musicais na ordem de 115 a 155 batidas por minuto (bpm) que, segundo Monteiro e colaboradores (1999) correspondem ao andamento musical rápido, favorecendo a execução dos exercícios a 70-80% da frequência cardíaca máxima, reforçando a característica intensa da atividade proposta.

No presente estudo passaremos a estudar as respostas crônicas do sistema imunológico ao exercício físico regularmente

praticado por professores de academia no desempenho das suas funções.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Participaram do estudo dois homens, um com idade de 26 anos e 10 meses e o outro com 27 anos e dois meses, um pesando, 81 quilogramas e outro, 73 quilogramas, com estatura de 1,81 metro e 1,68 metro, ambos professores de educação física, atuantes em duas academias de Joinville e há mais de um ano ministrando aulas de ginástica aeróbica sobre o minitrampolim, com um volume semanal de oito a dez aulas com duração média de quarenta e cinco minutos cada aula.

Material

O equipamento utilizado, um minitrampolim, é composto por uma estrutura circular rígida e metálica com 1,20m de diâmetro e uma lona sintética resistente e não elástica, de 0,80m de diâmetro, para execução dos exercícios, sendo o espaço restante, entre a estrutura metálica e a lona, destinado ao posicionamento de molas com especial resistência.

Descrição da aula

A aula é composta por nove etapas, com acompanhamento musical, de aproximadamente cinco minutos cada. Compreendendo, respectivamente, as etapas de aquecimento, pré-treinamento, treinamentos cárdio 1 e 2, etapa de exercícios localizados, treinamentos cardiovascular 3 e 4, exercícios abdominais e relaxamento com alongamentos.

As cadências musicais variam de forma crescente, partindo de 140 bpm na fase inicial onde são desenvolvidos exercícios de aquecimento articular e alongamentos, fora do minitrampolim.

A música acelera para 142 bpm, na fase de pré-treinamento onde, já sobre o minitrampolim, são desenvolvidos de forma educativa todos os exercícios utilizados durante a aula, porém com menor intensidade. Nos treinamentos cardiovascular 3 e 4, o andamento musical é acelerado gradativamente de 144 até 150 bpm onde, são

desenvolvidos, de forma combinada, exercícios de intensidade moderada e, em alguns momentos, de alta intensidade.

Na fase de exercícios localizados, são executados movimentos para uma breve recuperação e estabilização dos músculos responsáveis pela manutenção da postura, com o andamento musical reduzido para 145 bpm.

Nos treinamentos cardiovascular 3 e 4, verificamos a prevalência de exercícios de alta intensidade, combinados com exercícios de intensidade média, tendo então, o ritmo musical acelerado de 150 até 155 bpm.

Finalizando, na fase 8, são executados exercícios abdominais, a um ritmo musical de 130 bpm e, por último, na fase 9, um relaxamento com alongamentos ritmados a 115 bpm.

Procedimentos para a coleta de dados

A coleta de dados deu-se através de amostra de sangue, coletado por um técnico do laboratório KG, na cidade de Joinville.

As coletas ocorreram em cinco ocasiões, compreendendo um período total de 82 dias, compreendidos entre 05 de Dezembro de 2005 e 24 de Fevereiro de 2006, com um intervalo médio de $17,33 \pm 3,67$ dias entre as quatro primeiras coletas e, a quinta, 30 dias após a quarta, para verificação de resultados.

Os professores desempenharam normalmente suas atividades, com o volume citado de 8 a 10 aulas por semana, até o dia 19 de Dezembro de 2005 quando foi executada a segunda coleta.

Entre os dias 19 de Dezembro de 2005 e 10 de Janeiro de 2006, realizaram uma pausa em suas atividades para que, no dia 10 de Janeiro, fosse realizada a terceira coleta, retornando então neste dia a exercer normalmente suas funções de professor de ginástica aeróbica em minitrampolim, sendo realizadas as novas coletas conforme cronograma citado.

Através da análise de hemograma foi examinado o material: "Sangue Total com EDTA" através do método: "Automação CELL-DYN 3.500".

A coleta foi realizada no período matinal, em jejum e repouso.

Dos exames sanguíneos efetuados, foram retirados os resultados relativos aos leucócitos, linfócitos e monócitos.

RESULTADOS

Leucograma

As contagens de leucócitos, tanto do indivíduo 1, quanto do indivíduo 2,

mantiveram-se dentro dos valores de referência considerados clinicamente normais, apresentando, no período compreendido entre a segunda e a terceira coletas, apresentaram visível aumento, voltando aos valores iniciais após a terceira coleta (gráfico 1, tabela 1).

Gráfico 1 – Contagem de leucócitos

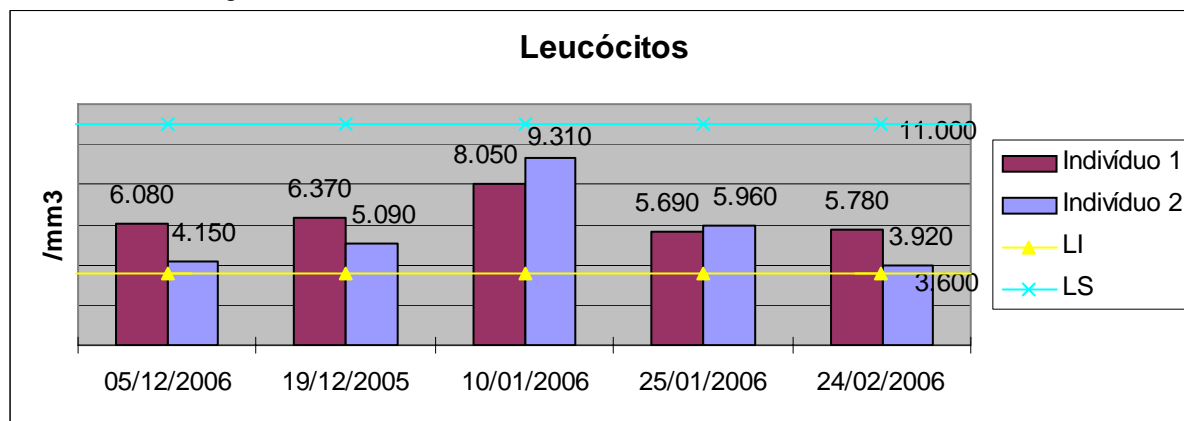


Tabela 1 – Contagem de leucócitos (Leucócitos/mm³)

	05/12/2005	19/12/2005	10/01/2006	25/01/2006	24/02/2006	Valores Referenciais
Indivíduo 1	6080	6370	8050	5690	5780	3600-11000
Indivíduo 2	4150	5090	9310	5960	3920	

A contagem de linfócitos, no indivíduo 1 comportou-se de forma semelhante à contagem de leucócitos, porém, no indivíduo 2, apresentou visível queda, na ocasião da terceira coleta, diferentemente do

comportamento encontrado na contagem de leucócitos.

Os valores encontrados mantiveram-se dentro dos parâmetros referenciais (gráfico 2, tabela 2).

Gráfico 2 – Contagem de linfócitos

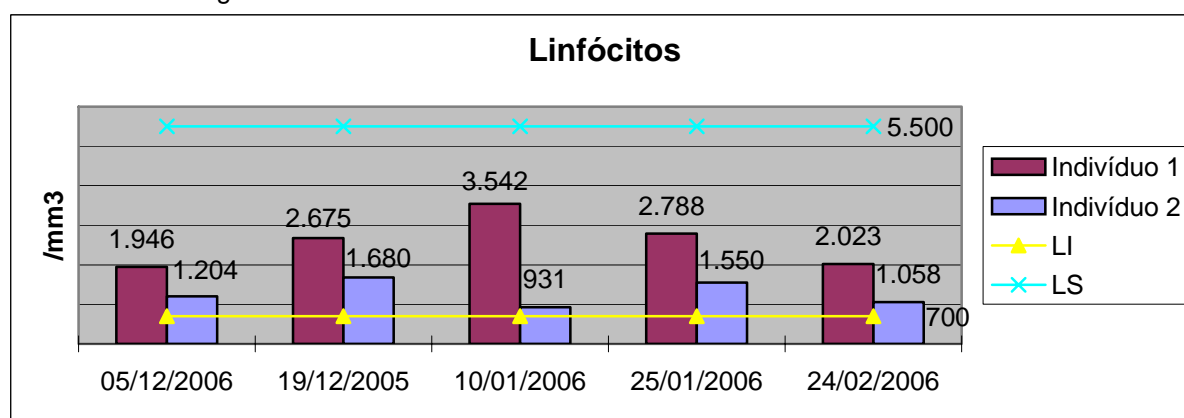


Tabela 2 – Contagem de linfócitos (Linfócitos/mm³)

	05/12/2005	19/12/2005	10/01/2006	25/01/2006	24/02/2006	Valores Referenciais
Indivíduo 1	1946	2675	3542	2788	2023	700-5500
Indivíduo 2	1204	1680	931	1550	1058	

A contagem de monócitos no indivíduo 1, apresentou resultados semelhantes nas coletas 1, 2, 4 e 5 e ligeiro aumento na ocasião da coleta de número 3.

A contagem de monócitos no indivíduo 2 demonstrou crescimento entre a coleta de número 1 e 2, mantendo valores semelhantes nas coletas de número 2, 3 e 4, apresentando,

então, uma queda na ocasião da coleta 5, voltando a um valor semelhante ao encontrado na coleta 1.

Apesar das variações, todos os valores encontrados estavam dentro dos referenciais clínicos para a normalidade (gráfico 3, tabela 3).

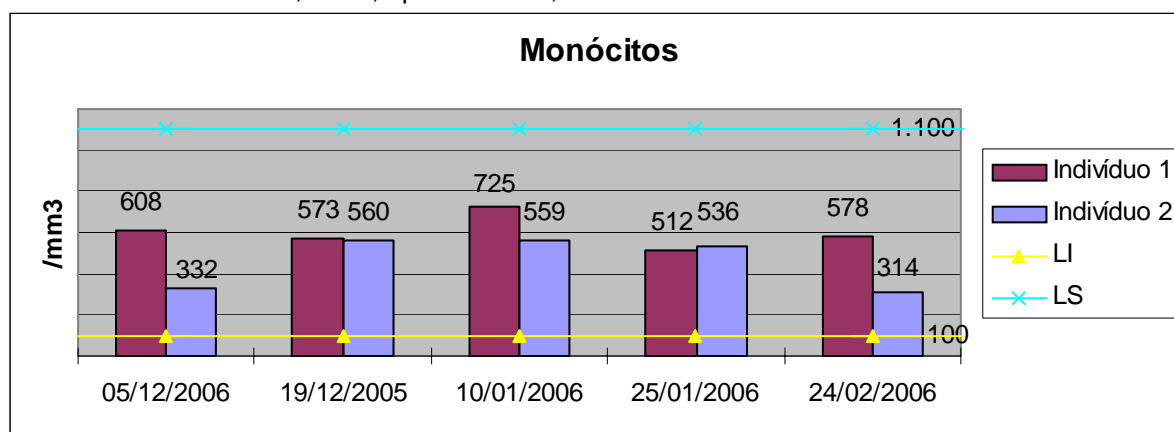


Gráfico 3 – Contagem de monócitos

Tabela 3 – Contagem de monócitos (Monócitos/mm³)

	05/12/2005	19/12/2005	10/01/2006	25/01/2006	24/02/2006	Valores Referenciais
Indivíduo 1	608	573	725	512	578	100-1100
Indivíduo 2	332	560	559	536	314	

DISCUSSÃO

Encontram-se vários assuntos, referentes ao tema estudado, porém, muitos são controversos por não haver um consenso para a realização dos testes e verificação dos resultados.

Segundo ACSM (2004), a adaptação crônica ao exercício e a resposta imune têm na literatura científica seus resultados divergentes, principalmente devido aos modelos e protocolos utilizados.

Ao compararmos com um estilo de vida sedentário, os praticantes de atividades

físicas, de moderada intensidade, geralmente, são associados a uma melhor qualidade de vida, por consequência da diminuição da pressão arterial, do peso corporal e diminuição de episódios de infecções, principalmente das vias aéreas superiores, possivelmente decorrente da melhora do sistema imune (Cardia e colaboradores, 2006; Fleschner, 2005; Nieman, 2005; Rosa e Vaisberg, 2002).

Constatamos que a atividade física de alta intensidade suprime, notadamente, as células do sistema imunológico aqui estudadas, ocorrendo então, freqüentes episódios de infecções e doenças associadas

as vias aéreas superiores e ainda uma relatada queda do rendimento na atividade.

O exercício físico, quando praticado além de determinado limite e principalmente sob a forma intensa, tanto em atletas de alta performance, como em atletas recreacionais, este se associa, notadamente, a um aumento na incidência de doenças infecciosas das vias aéreas superiores, devido a uma baixa na imunidade (Friman e Wesslén, 2000; Gleenson, 2000; Jansdottir e Hoffmann, 2000; Rosa e Vaisberg, 2002).

A queda da função imune, geralmente vem acompanhada de uma perda na capacidade física, prejudicando o rendimento na atividade desenvolvida (Friman e Wesslén, 2000; Nijs e colaboradores, 2005), o que deve ser muito bem observado pelos fisiologistas, para que haja uma periodização no treinamento, a fim de evitar tal queda.

Por seu grande volume e intensidade de trabalho físico e ainda com base nos dados encontrados, podemos comparar, em relação ao estado imune, os professores aqui estudados aos atletas profissionais e de alta performance, estando ambos, permanentemente apresentando o estado imunológico conhecido como "janela imunológica".

Nos casos em que, os períodos de repouso, entre as sessões de treinamento, não sejam suficientes para a recuperação da função imune, a "janela imunológica" pode, instalar-se por períodos significativamente longos (Kenttä e Hassmén, 1998; Niemann, 2000; Pedersen e colaboradores, 1996).

Armstrong e VanHeest (2002) concluem, em seu estudo, que atletas não são clinicamente imunossuprimidos, porém, apresentam maior propensão às doenças associadas as vias aéreas superiores, perdurando por até uma ou duas semanas após o período de treinamento intenso.

Pela evolução dos resultados obtidos, podemos afirmar que, havendo, tanto um aumento no volume e/ou na intensidade de trabalho, quanto uma diminuição do repouso, propostos neste estudo, as contagens das células aqui citadas, associadas ao sistema imune, seriam ainda mais suprimidas, a fim de apresentarem níveis abaixo dos considerados clinicamente normais.

Segundo ACSM (2004), em corredores de longa distância, após quatro semanas de

treinamento intensificado, a diminuição dos leucócitos, alcança níveis clinicamente baixos.

Podemos, hipoteticamente, atribuir a evolução negativa do sistema imunológico, apresentada neste estudo, à maciça liberação de hormônios, catecolaminas e outros agentes metabólicos desencadeada pelo exercício físico, aqui utilizado como mecanismos estressor, atuando em vários sistemas, entre eles o imunológico.

Entre as várias hipóteses feitas para explicar tal ocorrência, devemos citar a teoria da curva em J de Niemann e Canarella, a teoria da "janela imunológica" de Pedersen e Ullum e o modelo neuroendócrino de Smith e Wiedeman, que propõem, sobre enfoques distintos, a existência de período de imunossupressão após exercício de alta intensidade (Rosa e Vaisberg, 2002).

O sistema nervoso central (SNC) regula o sistema imune através de dois principais mecanismos: respondendo ao estresse hormonal e produzindo glicocorticóides e o sistema nervoso autônomo liberando noradrenalina (Fleschner, 2005; Gleenson, 2000; Webster e colaboradores, 2002).

Numerosas células do sistema imune, dentre elas os linfócitos, monócitos, células Natural Killer (NK) e neutrófilos expressam adrenorreceptores (Elenkov e colaboradores, Kohm e Sanders citado por Cardia, 2006; Webster e colaboradores, 2002; Leandro e colaboradores, 2002).

O aumento da concentração do cortisol, das catecolaminas, GH e vasopressina, como metabólicos ativos, exercem grande influência no sistema imune, agindo sobre os leucócitos, levando a uma baixa em sua quantidade (leucopenia), desenvolvendo, desta forma, papel imunossupressor (Oliveira e colaboradores, 2002; Weicker e Werle citado por Cardia e colaboradores, 2006).

Dentre as citocinas a IL-6 que é grandemente liberada pelos músculos durante a contração, pode influenciar no metabolismo da glicose, atuando também no hipotálamo, no sistema nervoso simpático (SNS) e nos leucócitos (Febraio e Pedersen, 2002; Leandro e colaboradores, 2002).

Uma possível interferência em nosso estudo pode ser sustentada pelo ACSM (2004), onde diz que, se necessária uma contagem diferencial exata de leucócitos, com

finalidades clínicas, os pacientes fisicamente ativos devem abster-se de qualquer exercício por 24 horas antes da retirada de sangue. Tal recomendação não foi observada durante este trabalho.

CONCLUSÃO

Após a segunda coleta de dados, o indivíduo 2 foi clinicamente diagnosticado com faringite e fez uso de medicamentos antiinflamatórios, o que provavelmente pode ter provocado sua baixa contagem de linfócitos na terceira coleta.

Analisando cada um dos resultados obtidos nas coletas, separadamente, a amostra deste estudo apresentou valores clinicamente normais.

Entretanto, ao analisar os dados ao longo do período do estudo, verificamos que após o período de 20 dias de suspensão das atividades, as células associadas às funções imunes, aqui verificadas, tiveram um visível aumento em sua quantidade circulante, aproximando-se dos valores referenciais superiores.

Verificamos também que, as células estudadas estão muito próximas dos valores mínimos e, apesar de estarem dentro dos parâmetros referenciais, concluímos, que a amostra do presente estudo, apresenta uma diminuição constante da função imune.

Podemos afirmar ainda que, o volume e a intensidade de trabalho, aqui propostos, não favorecem o tempo de repouso suficiente para a recuperação do sistema imunológico, ficando então, os professores aqui estudados, potencialmente suscetíveis a doenças e infecções, principalmente as associadas as vias aéreas superiores.

REFERÊNCIAS

- 1- American College of Sports Medicine. Pesquisas do ACSM para a fisiologia do exercício clínico – Afecções musculoesqueléticas, neuromusculares, neoplásicas, imunológicas e hematológicas. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2004. p.216-231; 247-261.
- 2- Armstrong, L.E.; Vanheest, J.L. The unknown mechanism of the overtraining syndrome – Clives for depression and psychoneuroimmunology. *Sports Med.* Vol. 32. Num. 3. 2002. p.185-209.
- 3- Cardia, J.L.S.; Castro, J.P.de S.W.de; Peçanha, R.; Figueiredo, P.R.C.; Castro, B.D.de. Exercício e ciclo circadiano induzem variações na contagem de leucócitos sanguíneos em jovens jogadores de futebol. *Revista Eletrônica da Escola de Educação Física e Desportos – UFRJ.* Rio de Janeiro. Vol. 2. Num. 1. Jan/Jun, 2006. p. 55-67.
- 4- Elenkov, I.J.; Wilder, R.L.; Chrousos, G.P.; Vizi, S. The sympathetic Nerve – an integrative interface between two supersystems: the brain and the immune system. *Pharmacological Reviews.* Vol. 52. 2000. p. 595-638
- 5- Falk, B.; Dotan, R. Child-adult differences in recovery from high-intensity exercise. *Exercise and Sports Sciences Reviews.* 2006. p. 107-12.
- 6- Febraio, M.A.; Pedersen, B.K. Muscle-derived interleukin-6: mechanisms for activation and possible biological roles. *The FASEB Journal.* Vol. 16. Setembro, 2002. p. 1335-47.
- 7- Fehrenback, E.; Schneider, M.E. Trauma-induced systemic inflammatory response versus exercise-induced immunomodulatory effects. *Sports Med.* Num. 36. Vol. 5. 2006. p. 373-84.
- 8- Fleschner, M. Physical Activity and stress resistance: sympathetic nervous system adaptations prevent stress-induced immunosuppression. *Exercise and Sport Sciences.* Num.3. Vol. 33. Jul/2005. p. 120-6.
- 9- Friman, G. Wesslén, L. Infections and exercise in high-performance athletes. *Immunology and Cell Biology.* Num.78. 2000. p. 510-522.
- 10- Furtado, H.; Simão, R.; Lemos, A. Análise do consumo de oxigênio, frequência cardíaca e dispêndio energético durante as aulas do jump-fit. *Rev. Bras. Med. Esporte.* Vol. 10. Num. 5. Set/Out, 2004. p. 371-75.
- 11- Gleenson, M. Overview: Exercise Immunology. *Immunology and Cell Biology.* N. 78. 2000. p. 483-84.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

- 12- Guyton, A.C.; Hall, J.E. Tratado de Fisiologia médica. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 10ª ed. 2002. p. 369-87.
- 13- Halson, S.H.; Jeukendrup, A.E. Does overtraining exists? – An analysis of overreaching and overtraining research. Sports Med. Vol. 34. Num.14. 2004. P. 967-981
- 14- Jonsdottir, I.H.; Hoffman, P. The significance of intensity and duration of exercise on natural immunity in rats. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2000. p. 1908-12.
- 15- Kenttä, G.; Hassmén, P. Overtraining and recovery – A conceptual model. Sports Med. Vol. 26. Num. 1. 1998. P. 1-16
- 16- Leandro, C.; Nascimento, E. do; Manhães-de-Castro. R.; Castro C.M.M.B. de. Exercício Físico e sistema imunológico: mecanismos e integrações. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto. Vol. 2. Num. 5. 2002. p. 80-90.
- 17- Machado, R.L.; Carvalho, L.; Araújo, M.I.A.S.; Carvalho, E.M. Immune response mechanisms to infections. An Bras Dermatol. Rio de Janeiro. N. 79. Vol. 6. Nov/Dez, 2004. p. 647-64.
- 18- Malm, C.; Ekblom, B. Immune system alteration in response to two consecutive soccer games. Acta Physiol Scand. N. 180. 2004. p. 143-55.
- Monteiro, A.G.; Silva, S.G.; Monteiro, G.A.; Arruda, M. Efeito do andamento musical sobre a frequência cardíaca em praticantes de ginástica aeróbica com diferentes níveis de aptidão cardiorrespiratória. Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde. Londrina. Vol. 4. Num. 2. 1999.
- 19- Natale, V.M.; Brenner, I.K.; Moldoveanu, A.I.; Vasiliou, P.; Shek, P.; Shephard, R.J. Effects os Three different types of exercise on blood leucocyte count during and following exercise. São Paulo Medical Journal. Vol. 121. Num.1.2003. p. 9-14.
- 20- Nieman, D.C. Is infection risk linked to exercise workload? Medicine & Science in Sports & Exercise. Vol. 32. Num. 7. 2000. p. s406-11
- 21- Nieman, D.C.; Henson, D.A.; Austin, M.D.; Brown, V.A. Immune response to a 30-minute walk. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2005. p. 57-62.
- 22- Nieman, D.C.; Pedersen, B.K. Exercise and imune function – Recent developments. Sports Med. Vol. 27. Num. 2. Feb, 1999. P. 73-80.
- 23- Nijs, J.; Meeus, M.; Mcgregor, N.R.; Meeusen, R.; Shutter, G.de; Hoof, E.V.; Meirleir, K.de. Chronic fatigue syndrome: exercise performance related to immune dysfunction. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2005. p. 1647-54.
- 24- Oliveira, C.A.M. de; Rogatto, G.P.; Luciano, E. Efeitos do treinamento físico de alta intensidade sobre os leucócitos de ratos diabéticos. Rev. Bras. Med. Esporte. Vol. 8. Num. 6. Nov/Dez, 2002. p. 219-24.
- 25- Pedersen, B.K.; Rohde, T.; Ostrowski, K. Recovery of the immune system after exercise. Acta Phisiol Scand. Vol. 162. 1998. p. 325-32
- 26- Pedersen, B.K.; Rohde, T.; Zacho, M. Immunity in Athletes. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. Vol. 36. Num. 4. 1996. p. 236-45.
- 27- Rosa, L.F.P.B.C.; Vaisberg, M.W. Influências do exercício na resposta imune. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol.8. Num. 4. Jul/Ago,2002. P.1-6.
- 28- Shephard, R.J. Adhesion Molecules, catecholamines and leucocyte redistribution during and following exercise. Sport Med. Vol. 4. 2003. p.261-84.
- 29- Steinacker, J.M.; Lornes, W.;Reissnecker, S.; Liu, Y. New aspects of the hormone and cytokine response to training. Eur. J. Apply Physiol. Vol. 91. 2004. p. 382-91.
- 30- Webster, J.I.; Tonelli, L.; Stenberg, E.M. Neuroendocrine regulation of immunity. Annu. Rev. Immunol. Vol. 20. 2002. p. 125-63.

Recebido para publicação em 12/12/2008
Aceito em 30/03/2009