

Marcadores hematológicos de corredores amadores do município de Vitória/ES

Hematological profile of street runners from Vitória/ES

Ravena Chagas Freire Mazioli¹; Juliana Pinho dos Santos¹; Vitor Loureiro da Silva²; Wellington Lunz³; Anselmo José Perez⁴; Ana Paula Lima-Leopoldo⁵; André Soares Leopoldo⁵

¹Bacharéis em Educação Física – Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Vitória, ES – Brasil.

²Doutorando em Fisiopatologia em Clínica Médica, Ciências da Saúde, Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp. Botucatu, SP – Brasil.

³Doutor em Ciências Fisiológicas, Professor do Departamento de Desportos, Centro de Educação Física e Desportos – Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Vitória, ES – Brasil.

⁴Doutor em Ciências Fisiológicas, Professor do Departamento de Desportos e Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Centro de Educação Física e Desportos – Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Vitória, ES – Brasil.

⁵Doutores em Fisiopatologia em Clínica Médica, Ciências da Saúde Faculdade de Medicina – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp. Botucatu, Docente do Departamento de Desportos e Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Centro de Educação Física e Desportos – Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Vitória, ES – Brasil.

Endereço para correspondência

André Soares Leopoldo
Av. Fernando Ferrari, 514, Campus Universitário,
Goiabeiras
29075-910 – Vitória – ES [Brasil]
andre.leopoldo@ufes.br

Resumo

Introdução: O sistema imunológico apresenta estreita relação com o exercício físico. Todavia, poucos estudos verificaram o perfil imunológico de corredores amadores. **Objetivo:** Descrever o perfil de marcadores imunológicos de corredores amadores do município de Vitória/ES no período pós-treinamento. **Métodos:** Foram selecionados 31 corredores pertencentes a dois grupos de corrida, ambos de Vitória/ES. A análise hematológica dos parâmetros imunológicos foi realizada a partir da contagem total de leucócitos por meio de leucograma. **Resultados:** A contagem de plaquetas apresentou diferença estatística quanto ao gênero, sendo os valores maiores encontrados no gênero feminino em relação ao treinamento contínuo. Além disso, foram encontrados valores menores de neutrófilos no gênero masculino com relação ao treinamento intervalado. Não foi observada diferença estatística entre homens e mulheres nos demais parâmetros analisados. **Conclusão:** Os resultados deste estudo sugerem que o exercício físico influencia o sistema imunológico de corredores amadores de Vitória/ES, promovendo elevação das células plaquetárias e redução dos neutrófilos.

Descritores: Exercício físico; Corrida; Leucócitos; Sistema imunológico.

Abstract

Introduction: The immune system presents close relationship to physical exercise. Meanwhile, few studies have verified the immune profile of amateur runners. **Objective:** To describe immune markers profile of amateur runners at Vitória/ES in the post-training period. **Methods:** Thirty-one runners of two distinct groups of race, both of Vitória/ES, were selected. The hematological analysis of immunological parameters was performed from the total count of leukocytes by leukogram. **Results:** The platelets count showed statistical differences according to gender, and the higher values were found in females compared to continuous training. Furthermore, lower values of neutrophils in males were found in the interval training. No statistical difference was observed between men and women in the other parameters. **Conclusion:** The results of this study suggest that physical exercise influences the immune system of amateur runners from Vitória/ES, promoting an increase in the number of platelet cells and a reduction of neutrophils.

Key words: Immune system; Leukocytes; Physical exercise; Running.

Introdução

A interação entre exercício físico e sistema imune nos últimos anos tornou-se mais sólida a partir de estudos clínicos realizados por pesquisadores acerca do aumento de incidência de infecções do trato respiratório superior (ITRS) em atletas após treinamentos intensos, prolongados e/ou competições exaustivas¹⁻⁵. Desta forma, o exercício físico, enquanto agente agressor e modelo mensurável de estresse, provoca alterações funcionais no sistema imunológico (SI)⁶. O impacto estressante vai depender da intensidade, duração e tipo de exercício físico e da condição de saúde em que está o organismo⁶⁻¹¹.

Diversos autores demonstram que os diferentes tipos e cargas de exercício físico podem provocar alterações distintas no SI, tanto na imunidade humoral quanto celular^{12,13}. O exercício físico pode acarretar ainda um período denominado de janela aberta, ou *open window*, em que a capacidade de defesa contra agentes invasores está reduzida⁵. Durante a imunossupressão transitória, instala-se o quadro janela aberta, em que os micro-organismos podem invadir o organismo pela diminuição da capacidade defensiva deste¹⁴. Segundo Nieman et al.¹⁴, o período de janela aberta pode perdurar por até 72 horas dependendo do volume e da intensidade do exercício.

Dentre os mecanismos envolvidos com as alterações da função do SI a partir do exercício físico estão: ações dos hormônios do estresse, interação neuroendócrina, apoptose celular e capacidade fagocitária^{10,15,16}. Durante sessões de exercícios físicos intensos, instala-se a leucocitose, sendo as células chamadas de *natural killers* (NK) as que mais sofrem elevações se comparada a outros linfócitos¹⁷. As NK e os neutrófilos são as duas células imunes que mais colaboram para ocorrência da linfocitose em resposta ao exercício físico^{18,19}.

A corrida de rua é apontada como uma prática esportiva em ascensão, dado o crescimento substancial no número de seus adeptos que procuram esta atividade esportiva por vá-

rios motivos: promoção de saúde, estética, integração social, fuga do estresse, atividades prazerosas ou competitivas²⁰. Este tipo de atividade pode ser considerado como um exercício físico de característica aeróbia, duração prolongada e intensidade moderada à vigorosa, no entanto, muitas vezes, extenuante. Natale et al.⁹ mostram que atividades com essas características podem debilitar o sistema imunológico.

Embora a literatura demonstre que o exercício físico promove alterações no SI, existem poucas pesquisas em que se verifica o perfil imunológico em corredores amadores. Neste contexto, objetivou-se neste estudo analisar os marcadores imunológicos de corredores amadores do município de Vitória/ES no período pós-treinamento. Além disso, foi realizada a comparação dos parâmetros imunológicos entre os gêneros e os tipos de treinamentos, bem como observada a prevalência de lesões.

Material e métodos

Delineamento do estudo

Este trabalho consistiu em estudo de caráter observacional e transversal em que se objetivou analisar e caracterizar os marcadores imunológicos de participantes de grupos de corrida do município de Vitória/ES.

Amostra

A amostra desta pesquisa foi composta por 31 corredores amadores, sendo 19 corredores (61,3%) do sexo masculino; e 12 (38,7%) do feminino, com idade média de $34,5 \pm 10,7$ anos, pertencentes a dois grupos de corrida distintos de Vitória/ES, a saber: Grupo de Corrida Orientada e Grupo de Corrida da Equipe Limiar Assessoria Esportiva. Os corredores apresentavam um mínimo de 12 semanas de treinamento nos diferentes grupos de corrida. A seleção da amostra foi realizada por conveniência (não aleatória) no Grupo de Corrida Orientada (GCO) do Laboratório de Fisiologia do Exercício

(LAFEX/NUPEM/UFES) e no Grupo de Corrida da Equipe Limiar Assessoria Esportiva. Os corredores que participaram desta pesquisa treinavam regularmente há pelos 12 semanas, com frequência semanal de no mínimo de três vezes por semana (em sua maioria), e alguns chegavam a treinar mais de cinco sessões. Na seleção dos participantes não foram observadas e obtidas informações prévias sobre o estado de saúde do indivíduo (incidência de doenças como: gripes, resfriados, infecções do trato respiratório superior), bem com o uso de suplementos alimentares, medicamentos e hábitos sociais.

Ambiente de corrida

As atividades do Grupo de Corrida Orientada (GCO) do Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFEX/NUPEM/UFES) foram realizadas na pista de atletismo do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo. As orientações de corrida da Equipe Limiar Assessoria Esportiva foram realizadas na orla da Praia de Camburi, Vitória/ES, com 5 km. Em ambos os locais, as atividades eram realizadas no final da tarde, entre 17 h e 18 h, com condições climáticas favoráveis à prática. Em caso de chuva e ventos fortes, as atividades não eram realizadas.

Treinamento de corrida

A intensidade do treino foi estipulada pelos professores dos grupos de corrida a partir da predição da frequência cardíaca máxima (FC_{máx}), utilizando-se equações de predição de acordo com a idade e gênero. A intensidade e duração do treinamento nos corredores foram determinadas calculando o número de meses por ano, dias por mês, horas por semana, sendo a duração aproximada de cada sessão de uma hora.

Aspectos éticos

O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito

Santo, sob nº de Registro 18294913.1.0000.5542. Os corredores participantes da pesquisa receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, com informações sobre os objetivos e procedimentos desta investigação. Os voluntários também responderam questionário para análise do seu perfil antropométrico e do seu histórico de lesões e/ou doenças.

Perfil nutricional

Foram medidos peso corporal e estatura dos participantes, bem como o índice de massa corporal (IMC) e a relação cintura/quadril. Para mensuração do peso corporal e da estatura foram utilizados uma balança digital da marca Camry®, modelo EB 867, e um estadiômetro da marca KaWe®, respectivamente. Os dados referentes ao peso e a altura foram aferidos em medidas únicas. Para cálculo do IMC, foi feita a razão do peso corporal em quilogramas pela estatura em metros ao quadrado.

Parâmetros imunológicos

A análise dos parâmetros imunológicos foi realizada a partir da contagem total de leucócitos/mm³ de sangue e do número diferencial de leucócitos. Foram avaliados os níveis séricos de leucócitos, bastonetes, segmentados, eosinófilos, basófilos, plaquetas e linfócitos e cortisol. A coleta do material sanguíneo dos participantes foi realizada imediatamente após o treino (12 semanas), por uma equipe de enfermeiros do Laboratório Bioclínico (Vitória, ES, Brasil).

Análise estatística

As características antropométricas e o perfil imunológico dos corredores foram expressos por meio de medidas descritivas de posição e variabilidade. Para verificar o perfil imunológico pós-treinamento foi utilizado o teste “t” de Student para amostras independentes. O nível de significância considerado para todas as variáveis foi 5%.

Resultados

A distribuição das características gerais dos corredores de acordo com o gênero está demonstrada na Tabela 1. Os resultados mostram que houve diferença estatística quanto ao gênero para estatura, peso corporal e relação cintura/quadril, e os menores valores foram visualizados no sexo feminino. Não foi observada diferença estatística para a idade e índice de massa corporal entre mulheres e homens.

Tabela 1: Características gerais

Variáveis	Gênero	
	Masculino (n = 19)	Feminino (n = 12)
Idade (anos)	34,2 ± 12,0	35,0 ± 8,9
Estatura (m)	1,76 ± 0,07	1,64 ± 0,07*
Peso corporal (Kg)	71,0 ± 11,1	58,3 ± 6,5*
IMC (kg/m ²)	22,9 ± 3,2	21,7 ± 2,0
Relação cintura/quadril (cm)	0,83 ± 0,08	0,72 ± 0,06*

Dados expressos em média ± desvio-padrão. IMC: índice de massa corporal. Gênero masculino (n=19) e feminino (n=12) submetidos a diferentes protocolos de treinamento. Teste "t" de Student para amostras independentes. * p<0,05

A Tabela 2 apresenta o perfil imunológico dos corredores de acordo com o gênero. Em relação às plaquetas, foi observada diferença estatística quanto ao gênero, sendo os valores maiores para o feminino. Não foi observada diferença entre homens e mulheres quanto aos leucócitos, bastonetes, segmentados, eosinófilos, basófilos, monócitos, linfócitos e o cortisol.

Os resultados demonstram que a maioria dos corredores apresenta experiência em eventos estadual e nacional de corrida de rua (77,4%), sendo 51,6% e 25,8% no gênero masculino e feminino, respectivamente (Figura 1).

A prevalência de doenças e lesões ocorridas nos participantes conforme o gênero está ilustrada na Figura 2. Os resultados mostram que 58,1% dos voluntários não apresentavam doenças e/ou lesões. No entanto, enquanto os homens demonstraram prevalência de 29% de doenças e/ou lesões, e as mulheres apenas 12,9%.

Tabela 2: Marcadores imunológicos dos corredores de acordo com o gênero

Variáveis	Gênero	
	Masculino (n = 19)	Feminino (n = 12)
Leucócitos (n/mm ³)	6961 ± 1999	7717 ± 1452
Bastonetes (n/mm ³)	17,6 ± 37,2	37,7 ± 75,2
Segmentados (n/mm ³)	3603 ± 1588	4113 ± 979
Eosinófilos (n/mm ³)	146 ± 63	183 ± 115
Basófilos (n/mm ³)	9,44 ± 21,86	18,8 ± 34,3
Monócitos (n/mm ³)	500 ± 171	426 ± 117
Linfócitos (n/mm ³)	2684 ± 1235	2938 ± 1185
Plaquetas (mil/mm ³)	248 ± 59	297 ± 48*
Cortisol (ug/dl)	20,5 ± 6,0	30,5 ± 18,5

Dados expressos em média ± desvio-padrão. Gênero masculino (n=19) e feminino (n=12) submetidos a treinos intervalado e contínuo por um dia de treinamento; Teste "t" de Student para amostras independentes. * p<0,05

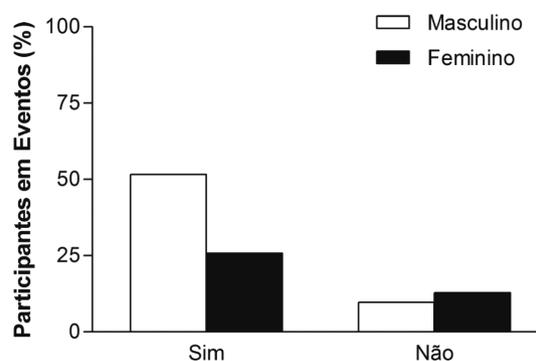


Figura 1: Frequência relativa de corredores do gênero masculino e feminino em eventos

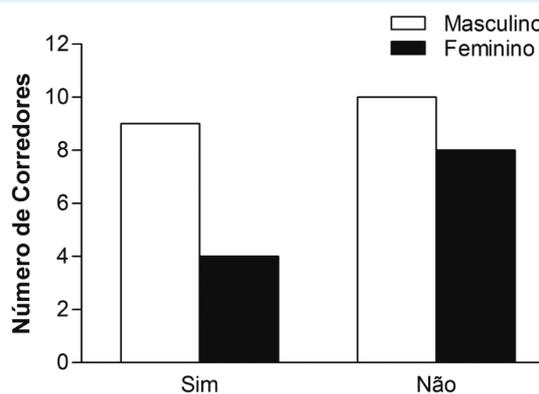


Figura 2: Prevalência de doenças e/ou lesões, de acordo com o gênero masculino e feminino

A Tabela 3 apresenta o perfil imunológico dos corredores de acordo com o gênero e o tipo de treinamento. Em relação às plaquetas foi observada diferença quanto ao gênero, sendo os maiores valores apresentados pelo sexo feminino com relação ao treinamento contínuo. Observou-se, ainda, menor quantidade de leucócitos segmentados no gênero masculino associado ao treinamento intervalado. Não se observou diferença entre homens e mulheres referente a leucócitos, bastonetes, eosinófilos, basófilos, monócitos, linfócitos e cortisol para ambos os tipos de treinamento.

Discussão

O exercício físico apresenta influência sobre as respostas do SI, e essas modificações podem ser denominadas de ajustes (respostas agudas) e/ou adaptações (respostas crônicas)²¹. Diversos estudos mostram que intensidade, duração e frequência do exercício exercem papel-chave na determinação das respostas imunológicas, podendo aumentar ou reduzir tal função^{7,8,10}. Desta forma, o exercício físico ministrado com intensidade leve a moderada é considerado benéfico por aprimorar a função de células responsáveis pela defesa e reduzir o

risco de enfermidades infecciosas. Entretanto, o exercício intenso e prolongado pode suprimir o SI e aumentar a susceptibilidade às infecções, principalmente, do trato respiratório superior²².

Nesta investigação, abordou-se a corrida de rua como agente agressor e estressante ao SI. Os resultados demonstram que 77,4% dos corredores amadores participam de eventos de corrida de rua. Esses achados corroboram um estudo recente que comprova o aumento da participação de corredores em eventos de corrida de rua²⁰. De acordo com o autor o fenômeno de crescimento dessa atividade esportiva e de seus participantes tem sido expressivo.

A avaliação do perfil imunológico dos corredores amadores no atual estudo mostrou apenas alterações nas plaquetas e nos neutrófilos (leucócitos segmentados) nas mulheres e nos homens, respectivamente. Os resultados demonstram que houve aumento na contagem das plaquetas no gênero feminino em relação ao masculino; entretanto, dentro dos limites de normalidade (150000 a 400000/mm³) para ambos os sexos. Ferreira et al.²³, analisando 12 atletas corredores amadores do gênero masculino nos períodos pré e pós-treinamento, verificaram aumento de 13,79% na contagem das plaquetas, contudo, dentro dos valores de normalidade.

Tabela 3: Marcadores imunológicos de acordo com modelo de treinamento

Variáveis	Treinamento contínuo		Treinamento intervalado	
	Masculino (n=5)	Feminino (n = 5)	Masculino (n= 14)	Feminino (n = 7)
Leucócitos (n/mm ³)	8200 ± 1883	7760 ± 1646	6485 ± 1895	7686 ± 1435
Bastonetes (n/mm ³)	22,4 ± 50,1	54,8 ± 90,3	15,8 ± 33,3	25,4 ± 67,3
Segmentados (n/mm ³)	4813 ± 2209	3636 ± 882	3137 ± 1049*	4453 ± 956
Eosinófilos (n/mm ³)	180 ± 49	193 ± 139	133 ± 65	176 ± 105
Monócitos (n/mm ³)	538 ± 78	443 ± 117	485 ± 197	414 ± 124
Linfócitos (n/mm ³)	2646 ± 733	3418 ± 1179	2699 ± 1407	2595 ± 1150
Plaquetas (mil/mm ³)	231 ± 30	312 ± 37 [#]	255 ± 67	287 ± 55
Cortisol (ug/dl)	-	-	19,6 ± 10,0	20,7 ± 19,8

Dados expressos em média ± desvio-padrão. n = número de indivíduos. Análise de Variância para o esquema de dois fatores independentes (treinamento e gênero). * p<0,05 treinamento intervalado vs contínuo dentro do gênero masculino. [#] p<0,05 masculino vs feminino dentro do treinamento contínuo. [§] Mann Whitney para amostras independentes.

Com relação ao tipo de treinamento, contínuo ou intervalado, sobre a análise do perfil imunológico em ambos os gêneros, o trabalho aqui apresentado demonstrou aumento na contagem de plaquetas das mulheres em relação à contagem das plaquetas dos homens no treinamento contínuo.

O treino contínuo baseia-se nos exercícios tipicamente aeróbios, duração prolongada e intensidades baixa, moderada ou alta (50% a 85% do $VO_{2máx}$) em ritmo cadenciado, o qual provoca melhora no transporte de oxigênio até o nível celular e, conseqüentemente, desenvolve resistência aeróbia²¹. Estudos demonstraram que, após exercícios de intensidade moderada, o número de basófilos aumenta, sendo este estimulante da ação plaquetária, liberando o fator ativador de plaquetas (PAF)^{5,6}. A ativação plaquetária induzida pelo exercício físico está diretamente relacionada ao metabolismo anaeróbio, desde que esta se pronuncie em cargas de exercício acima do limiar anaeróbio, fato esse controlado pelas medidas de lactato sanguíneo antes, durante e depois das sessões de treinamento²⁴.

Outro resultado importante observado neste estudo refere-se aos valores dos neutrófilos (leucócitos segmentados). Neste contexto, foram encontrados menores valores no gênero masculino em relação ao feminino para o treinamento intervalado. A prescrição deste tipo de treino fundamenta-se na intensidade e no tempo de duração dos exercícios, menor volume e maior intensidade, nos respectivos intervalos de recuperação, na quantidade de repetições do intervalo exercício-recuperação e frequência de treinamento por semana²⁵.

O exercício físico de intensidade alta está associado à diminuição funcional da maioria das atividades dos neutrófilos (leucócitos segmentados). No entanto, há evidência de que o exercício progressivo até a exaustão aumenta a capacidade fagocítica, associada ao aumento da atividade de elastase no plasma, indicando desgranulação e supressão das funções neutrofílicas no período refratário pós-exercício²⁶. Nesta pesquisa, foi encontrada diminuição na conta-

gem de neutrófilos pós-exercício, indicando que o tipo de treinamento influenciou de maneira significativa essas alterações. Bonsignore et al.²⁷ realizaram estudo com corredores amadores, participantes de meia maratona e maratona completa. Para o grupo que realizou a meia maratona não foi encontrada alteração na contagem de neutrófilos pós-corrída e durante o período de recuperação; contudo, o grupo maratona completa apresentou aumento significativo na contagem de neutrófilos pós-corrída com os valores retornando ao basal após a recuperação. No pós-exercício é visto incremento de 50% a 100% do número total de leucócitos, aumento que ocorre principalmente à custa de linfócitos, neutrófilos e, em menor proporção, de monócitos⁸. Após período de recuperação de 30 minutos, detectou-se queda acentuada do número de linfócitos (30% a 50% do nível pré-exercício) que pode perdurar entre três e seis horas⁸. Essas alterações decorrem da secreção de epinefrina e cortisol.

O perfil de leucócitos, linfócitos, monócitos e cortisol foi semelhante nos dois gêneros e encontra-se dentro dos padrões de normalidade. O aumento da concentração de cortisol no sangue pode causar linfocitopenia, monocitopenia e neutrofilia⁵. Dessa forma, os valores encontrados não sofreram influência do volume de treinamento, uma vez que as concentrações de cortisol mantiveram-se normais.

A prática constante de exercícios físicos de alta intensidade incrementa a incidência de episódios de inflamações do trato respiratório superior (ITRS), acima dos níveis considerados normais, em atletas²⁸. No treinamento de intensidade moderada, o risco dos atletas apresentarem ITRS é menor do que em indivíduos sedentários; entretanto, torna-se maior quando o volume de treinamento é elevado¹. Neste trabalho, constou-se que a maioria dos corredores não apresenta prevalência de doenças (58,1%). Matthews et al.⁷ observaram aproximadamente 40% de ITRS no inverno, 10% no verão e, novamente, 40% no outono em indivíduos praticantes de atividade física moderada a intensa. Alguns autores têm demonstrado que a atividade física pode modi-

ficar benéficamente a função imune⁶⁻²⁹, elevando o número de neutrófilos, linfócitos, células NK e citocinas circulantes. Estas modulações na função imunológica podem ser responsáveis pela redução na incidência de ITRS⁶⁻²⁹.

Conclusão

De acordo com os achados neste estudo, o exercício físico influenciou o sistema imunológico de corredores amadores de Vitória/ES, promovendo elevação das células plaquetárias e redução dos neutrófilos. O conhecimento do perfil imunológico durante o exercício físico é necessário para a montagem do treinamento pelo profissional responsável com o intuito de evitar que atletas corram riscos de comprometer a saúde por prejuízo da resposta imunológica.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade Federal do Espírito Santo e do Programa de Pós-Graduação em Educação Física – PPGEF/UFES para a realização desta pesquisa.

Referências

1. Moreira A, Borges TO, Koslowski AA, Simões AC, Barbanti JV. Esforço percebido, estresse e inflamação do trato respiratório superior em atletas de elite de canoagem. *Rev Bras Educ Fís Esporte*. 2009;23(4):355-63.
2. Moreira A, Delgado L, Moreira P, Haahtela T. Does exercise increase the risk of upper respiratory tract infections?. *Br Med Bull*. 2009;90:111-31.
3. Simpson RJ, Kunz H, Agha N, Graff R. Exercise and the regulation of immune functions. *Prog Mol Biol Transl Sci*. 2015;135:355-80.
4. Berman S. Airway inflammation and upper respiratory tract infection in athletes: is there a link? *Exerc Immunol Rev*. 2007;13:6-14.
5. Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: regulation, integration and adaptation. *Physiol Rev*. 2000;80(3):1055-81.
6. Leandro C, do Nascimento E, Manhães-de-Castro R, Duarte JA, de-Castro CM. Exercício físico e sistema imunológico: mecanismos e integrações. *Rev Port Cien Desp*. 2002;2(5):80-90.
7. Matthews CE, Ockene IS, Freedson PS, Rosal MC, Merriam PA, Hebert JR. Moderate to vigorous physical activity and risk of upper-respiratory tract infection. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(8):1242-8.
8. Meyer T, Gabriel HH, Rätz M, Müller HJ, Kindermann W. Anaerobic exercise induces moderate acute phase response. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(4):549-55.
9. Natale VM, Brenner IK, Moldoveanu AI, Vasiliou P, Shek P, Shephard RJ. Effects of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise. *Sao Paulo Med J*. 2003;121(1):9-14.
10. Nieman DC. Exercise, infection, and immunity. *Int J Sports Med*. 1994;15(Suppl 3):S131-41.
11. Saito Y, Kusaka Y, Shimada M. Effects of exercise intensity on circulating leukocyte subpopulations. *Environ Health Prev Med*. 2003;8(1):18-22.
12. Cannon JG. Exercise and resistance to infection. *J Appl Physiol*. 1993;74(3):973-81.
13. Freidenreich DJ, Volek JS. Immune responses to resistance exercise. *Exerc Immunol Rev*. 2012;18:8-41.
14. Pedersen BK, Woods JA, Nieman DC. Exercise-induced immune changes--an influence on metabolism? *Trends Immunol*. 2001;22(9):473-5.
15. Mooren FC, Blöming D, Lechtermann A, Lerch MM, Völker K. Lymphocyte apoptosis after exhaustive and moderate exercise. *J Appl Physiol*. 2002;93(1):147-53.
16. Green KJ, Croaker SJ, Rowbottom DG. Carbohydrate supplementation and exercise-induced changes in T-lymphocyte function. *J Appl Physiol*. 2003;95(3):1216-23.
17. Sand KL, Flatebo T, Andersen MB, Maghazachi AA. Effects of exercise on leukocytosis and blood hemostasis in 800 healthy young females and males. *World J Exp Med*. 2013;3(1):11-20.

18. Miles MP, Mackinnon LT, Grove DS, Williams NI, Bush JA, Marx JO, et al. The relationship of natural killer cell counts, perforin mRNA and CD2 expression to post-exercise natural killer cell activity in humans. *Acta Physiol Scand.* 2002;174(4):317-25.
19. Saxton JM, Claxton D, Winter E, Pockley AG. Peripheral blood leukocyte functional responses to acute eccentric exercise in humans are influenced by systemic stress, but not by exercise-induced muscle damage. *Clin Sci (Lond).* 2003;104(1):69-77.
20. Salgado JVV, Chacon-Mikahil MPT. Corrida de rua: Análise do crescimento do número de provas e de praticantes. *Conexões* 2006;4(1):90-9.
21. Baganha RJ. Modulações no Leucograma, contagem de linfócitos T CD4+ e CD8+ e níveis séricos de cortisol após treinamento em ciclistas maratonistas [dissertação de mestrado]. Piracicaba: Universidade Metodista de Piracicaba; 2009.
22. Nazário-de-Rezende F, Silva CF, Ferreira AA, Resende DA, Teixeira FAC, Medeiros RS. Influência da meia maratona na resposta hematológica em atletas amadores. *Rev Digital Buenos Aires* 2010;15(147).
23. Ferreira AC, Dias JMC, Fernandes RM, Sabino GS, Anjos MTS, Felício DC. Prevalência e fatores associados a lesões em corredores amadores de rua do município de Belo Horizonte, MG. *Rev Bras Med Esporte.* 2012;18(4):252-5.
24. Andrade Y, Lima M, da Silva F, Silva G, Dourado T, Lamp C, et al. Análise de leucócitos e plaquetas de atletas profissionais de futebol de campo do Sport Club Ulbra-JI-Paraná (RO). *Rev Ciên Consc.* 2008;1.
25. Fox EL, Bowers RW, Merle LF. Bases fisiológicas da educação física e dos desportos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1992.
26. Carrero Júnior CR. Avaliação de alguns parâmetros da resposta imune frente a prática de exercícios de alta intensidade e média intensidade: uma revisão. [monografia]. São Paulo: Universidade Estadual Paulista; 2007.
27. Bonsignore MR, Morici G, Vignola AM, Riccobono L, Bonnano A, Profita M, et al. Increased airway inflammatory cells in endurance athletes: what do they mean? *Clin Exp Allergy.* 2003;33(1):14-21.
28. Pazin J, Duarte M, Poeta L, Gomes M. Corredores de rua: características demográficas, treinamento e prevalência de lesões. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2008;10(3):277- 82.
29. Mackinnon LT. *Advances in exercise immunology.* Champaign: Human Kinetics; 1999.

