

**VARIAÇÃO DO NÚMERO DE NEUTRÓFILOS, EM MILITARES,
APÓS A REALIZAÇÃO DE UM TESTE DE VO₂MÁX**

Caroline Huber Bauer¹
 Carlos Kemper¹
 Renan Bauer¹
 Priscila de Lima Ribeiro¹

RESUMO

Estudos têm evidenciado alterações na resposta do sistema imune provocada pelo exercício físico de forma aguda, gerando um desvio do estado da homeostase orgânica. Dentre estas modificações da homeostasia, destacamos o aumento do número de leucócitos, principalmente dos neutrófilos segmentados (pseudoneutrofilia). O objetivo deste estudo foi verificar as alterações do número de neutrófilos de militares após realização de um teste de VO₂máx (teste de Cooper). A amostra foi composta por 16 militares do sexo masculino, com idade entre 18 e 27 anos, residentes em Santo Ângelo, RS. Foram mensurados: estatura (m), massa corporal (kg), VO₂máx (ml.kg⁻¹.min⁻¹), percentual de gordura (%G). Para a verificação das alterações dos neutrófilos através do exercício físico foi utilizado o teste de Cooper (teste dos 12 minutos). Para isto foi coletado sangue, três minutos antes e depois do teste. Para a análise dos dados utilizou-se o teste "t" de Student para amostras dependentes. Os resultados mostraram um aumento significativo no número de leucócitos entre o pré-teste (9518,75/mm³ ± 1978,96) e o pós-teste (13050,00/mm³ ± 3685,65). Já os neutrófilos segmentados apresentaram diferença significativa entre as médias (pré 6413,88 ± 1980,68 e pós 8859,13 ± 2798,76) mostrando ser o teste realizado o responsável pelo aumento, ocasionando uma pseudoneutrofilia. Com os resultados apresentados podemos concluir que a realização de um teste de VO₂máx provoca uma pseudoneutrofilia, demonstrando o grande efeito da sobrecarga fisiológica na musculatura, provocado pelo exercício físico de grande intensidade e pequena duração, gerando uma imunodepressão no indivíduo.

Palavras-chave: Sistema Imune. Exercício Físico. Leucocitos. Pseudoneutrofilia.

1-Departamento de Ciências da Saúde da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Santo Ângelo-RS, Brasil.

E-mail:
 carolinebauer@hotmail.com

ABSTRACT

Variation of neutrophil numbers in militaries after a VO₂max test

Some studies have evidenced alterations in the reply of the immune system provoked by the physical exercise of acute form, generating a shunting line of the state of the organic homeostasis. Between the modifications of the homeostasis, provoked by the physical stresses, we can detach the increase of numbers of leukocytes, mainly of the segmented neutrophil (pseudoneutrophilic). Therefore, the present study had as aim to verify the alterations of the number of neutrophil of military after the realization of the test VO₂max (test of Cooper). This research is of cause-effect with experimental delineation. The sample was composed for 16 military of the masculine sex, with age between 18 and 27 years, residents in Santo Ângelo, RS. Had been measured: stature (m), corporal mass (kg), VO₂max (ml.kg⁻¹.min⁻¹), percentage of fat (%G). For the verification of the alterations of the neutrophil through the physical exercise, was been used the test of Cooper (test of the 12 minutes). For this was collected blood, three minutes before and after the test. For the analysis of the data was used the "t" test of Student for dependent samples. The results had shown a significant increase in the number of leukocytes between the daily pay-test (9518,75/mm³ ± 1978,96) and the after-test (13050,00/mm³ ± 3685,65). Already the segmented neutrophil had presented a significant difference between the averages (daily pay 6413,88 ± 1980,68 and after 8859,13 ± 2798,76) having shown to be the test carried through responsible for the increase, causing pseudoneutrophilic. For the presented results we can conclude that the realization of a of VO₂max provokes a pseudoneutrophilic, demonstrating the great effect of the physiological overload in the musculature, provoked by the physical exercise of great intensity and small duration, generating a immune depression in the individual.

Key words: Immune System. Physical Exercise. Leukocytes. Pseudoneutrophilic.

INTRODUÇÃO

O presente estudo teve a finalidade de ser um assunto na área de Educação Física, que trouxesse um conhecimento em diversas áreas ocorrendo assim, uma interdisciplinaridade.

A literatura tem demonstrado que o exercício físico gera um desvio do estado da homeostase orgânica, levando à reorganização da resposta de diversos sistemas, entre eles o sistema imune.

Um estudo pioneiro nessa área realizado no início do século XX (1902) por Larrabee, o qual verificou uma leucocitose em corredores após uma maratona, decorrente, sobretudo, do aumento do número de neutrófilos na circulação, mesmo não apresentando um estado de infecção bacteriana (Leandro e colaboradores, 2002).

Os leucócitos são as unidades móveis do sistema de proteção do organismo; estas células têm sua gênese, parte na medula óssea e no tecido linfóide. Têm função de destruir os patógenos, através da fagocitose. Estas células possuem seis tipos que são encontrados no sangue: neutrófilos, eosinófilos, basófilos - granulócitos; linfócitos e monócitos - agranulócitos; e ocasionalmente, os plasmócitos; além destes, há um grande número de plaquetas, que são fragmentados de um sétimo tipo de glóbulo branco encontrado na medula óssea: os megacariócitos (Ghyton e Hall, 1996; Curi e colaboradores, 1999).

Os neutrófilos apresentam mais de 50% dos leucócitos circulantes, sendo que os mesmos se dispõem às margens e circulando no interior dos vasos sanguíneos, nas paredes de vênulas e arteríolas. O compartimento marginal contém o mesmo número de neutrófilos que o compartimento circulante. A sobrevida de 6,8 horas dos neutrófilos indica que a população total é renovada duas vezes e meia por dia (Santos, 2006).

Já os Neutrófilos Polimorfonucleares possuem papel importante, especialmente, na defesa contra infecções bacterianas; a fagocitose é sua principal função, formando a primeira linha de defesa do organismo junto com os macrófagos, e tendo como principal função eliminar micro-organismos invasores ocorrendo em seguida a apoptose (Cohen, 2002; Lagranha e colaboradores, 2005).

Os Neutrófilos Polimorfonucleares, assim como outros tipos de leucócitos, podem ser rapidamente liberados (demarginalizados) por estímulos, tais como a adrenalina ou o exercício físico (Benestad e Laerum, 1989).

O exercício físico tem capacidade de modificar o estado de homeostase orgânica, levando à reorganização da resposta de diversos sistemas, entre eles o sistema imune, que melhora sua capacidade de resposta através de exercícios físicos moderados praticados com regularidade, enquanto os de alta intensidade, praticado sob condições estressantes, provoca um estado transitório de imunodepressão (Eichner, 1999; Rosa e Vaisberg, 2002).

Os mecanismos que modulam a resposta imune ao exercício podem ser divididos em três grupos: hormonais, metabólicos e mecânicos. Entre os hormônios que, durante o exercício, atuam no sistema imune, os principais são as catecolaminas (epinefrina), o cortisol, hormônio do crescimento (GH) e peptídeos opióides (endorfinas).

Entre os fatores metabólicos e mecânicos, devemos citar a glutamina, aminoácido fundamental no metabolismo de células musculares e de células do sistema imune, bem como a hipóxia, hipertermia e a lesão muscular gerando processo inflamatório localizado (Evans e Cannon, 1991; Curi e colaboradores, 1999).

Apesar de o exercício físico de alta intensidade ser genericamente classificado como um estímulo estressante, a resposta ao exercício deve ser dividida em dois componentes: resposta aguda e adaptação crônica.

A resposta aguda é reação transitória a estresse, que leva a alterações que podem assumir importância pela queda de algumas funções da resposta imune frente a exercícios de alta intensidade; enquanto o estímulo crônico gera a resposta de adaptação crônica ao exercício, que habilita o organismo a tolerar de maneira mais adequada o estresse, provocando alterações tanto da imunidade inata como adaptativa levando uma menor incidência de infecções bacterianas e virais, e de neoplasia (Leandro e colaboradores, 2002; Rosa e Vaisberg, 2002).

A leucocitose circulatória observada durante e após o exercício decorre principalmente do aumento da concentração

de neutrófilos que é resultante da migração de células do tecido endotelial (vasos sanguíneos) para o sangue ou como parte da resposta inflamatória, sendo a resposta dos tecidos corporais à infecção ou à lesão; que é caracterizada pela movimentação de fluidos, de proteínas plasmáticas e de leucócitos, em direção ao tecido afetado (Eichner, 1999).

Neste sentido, o incremento inicial no número de leucócitos provocado pelo exercício físico tem como origem a ação mecânica dos movimentos provocados pelo aumento do débito cardíaco e do efeito da adrenalina, sendo estes incrementados de maneira linear conforme o aumento da intensidade do exercício físico realizado. Esses dois aspectos movimentam os neutrófilos polimorfonucleares (PMNs) ao longo dos vasos sanguíneos. Eles também promovem a linfocitose durante o exercício; a liberação de adrenalina causa uma granulocitose e linfocitose (Leandro e colaboradores, 2002). Portanto o objetivo do presente estudo é verificar as alterações no número de neutrófilos de militares da cidade de Santo Ângelo após um teste de $VO_{2máx}$, Teste de Cooper (12 minutos).

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo tem como método a pesquisa experimental, por apresentar características de causa e efeito. Este método sugere que as crenças teóricas do pesquisador, assim como o delineamento e a análise do estudo, são fatores essenciais no estabelecimento causa-efeito (Thomas e Nelson, 2002).

Amostra

A amostra foi composta por 16 militares da cidade de Santo Ângelo, que realizaram um teste de $VO_{2máx}$, o teste de Cooper (12 minutos). No dia do teste, os militares assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido o qual foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da URI – Campus de Santo Ângelo (CEP – San).

Caracterização da Amostra: Estatura, Massa Corporal, % de Gordura e $VO_{2máx}$.

Todos estes testes foram realizados durante a manhã, antes do teste de Cooper, sendo a estatura e a massa corporal dos indivíduos mensurada através de uma balança da marca Filizola (resolução 0,1kg) com estadiômetro (resolução 0,01m). O percentual de Gordura foi realizado com um Plicômetro científico Sescorf, mensurado através do protocolo adaptado de Jackson e Pollock (1985) pela fórmula das três dobras locais para homens (peitoral, abdômen e coxa). O $VO_{2máx}$, foi mensurado a partir do teste de pista através do protocolo de Cooper, pois além de ser o mais conhecido é o mais utilizado em nosso meio.

O teste foi realizado numa pista de pó de pedra brita de 400 metros, às 15 horas, e foi coletado sangue antes (três minutos) e após (três minutos) a realização deste. Para que se obtivesse um maior controle do teste, realizou-se em três baterias, duas de seis e uma de quatro indivíduos.

Coleta Sanguínea

O sangue foi coletado por seis acadêmicos voluntários do 9º semestre do curso de Farmácia da URI, através da venopunção; sendo que as coletas foram realizadas três minutos antes do teste de Cooper e três minutos após a realização deste. O teste aconteceu em três baterias, duas de seis militares e uma de quatro militares.

As amostras foram colhidas diretamente para tubos comerciais que contêm a concentração correta de anticoagulante (EDTA), minimizando as possíveis fontes de erro, porque a concentração de anticoagulante pode afetar a análise dos estudos de concentração e mesmo distorcer a morfologia celular.

Por isso, após a coleta, o sangue anticoagulado foi analisado após as três baterias o mais rapidamente possível para que não houvesse um percentual de erro.

Análise do Leucograma

A análise foi feita pelo método de Hematologia automatizada através do aparelho ABX - Micros 60, que fez a contagem

global de leucócitos e a contagem da série vermelha. O

s métodos automáticos baseiam-se no uso de três técnicas que avaliam as variações de impedância do fluxo elétrico ou da dispersão de luz produzida pelas diferentes células.

A análise das células sanguíneas foi realizada através de microscopia do esfregaço, realizado pelo Laboratório Missões, que fica localizado na cidade de Santo Ângelo.

Análise Estatística

Os resultados foram analisados pelo SPSS for Windows 11.0 através do teste “t” Student, para as amostras independentes, com grau de significância de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Após a realização dos testes, a amostra, dos 16 militares, apresentou como característica em relação à idade, massa corporal, estatura, $VO_{2máx}$, % de gordura, conforme podemos visualizar na tabela 1.

Os valores obtidos no leucograma pré e pós-teste de Cooper estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que houve um aumento tanto no número total de leucócitos ($3.532/mm^3$; 37,1%) quanto no número de neutrófilos segmentados ($2446/mm^3$; 38,1%) mostrando ser estatisticamente significativo conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 1 - Caracterização da Amostra dos militares que foram submetidos ao teste de Cooper para verificar os níveis de neutrófilos.

	Média	Desvio padrão (DP)
Idade (anos)	19,56	±2,50
Massa Corporal (kg)	73,63	±9,78
Estatura (m)	1,73	±0,06
$VO_{2máx}$ (ml.kg-1.min-1)	54,47	±6,79
Gordura (%)	13,53	±6,42

Tabela 2 - Valores de leucócitos total e neutrófilos segmentados em militares pré e pós a realização do teste de Cooper.

	Pré-teste		Pós-teste	
	Média	DP	Média	DP
Leucócitos Total (cél. /mm³)	9518,75	±1978,96	13050,00*	±3685,65
Neutrófilos Segmentados (cél. /mm³)	6413,88	±1980,68	8859,13*	±2798,76

Legenda: * $p = 0,002$; ** $p = 0,008$.

DISCUSSÃO

Os resultados mostraram um aumento significativo no número de leucócitos, principalmente de neutrófilos, o qual pode-se afirmar a existência de uma “pseudoneutrofilia” ocasionada na realização do teste de $VO_{2máx}$ (teste de Cooper), em militares do sexo masculino, que vem ao encontro do observado por Lee e colaboradores (1998) citado por Athens e colaboradores (1961), os quais afirmam que exercício extremado provoca uma leucocitose decorrente deste, o incremento destas células se dá geralmente por neutrófilos segmentados que ocorre devido ao desvio das células dos sítio ativos marginais

para a circulação, processo chamado de leucocitose de desvio.

Em um experimento realizado por Silva e Nunes (2006) onde o delineamento do estudo tem uma equiparação com o presente, realizado com cinco árbitros de futebol, foi observada a contagem leucocitária antes e após partida de futebol. Observou-se uma leucocitose de 37,3% após a partida, já os militares apresentaram um aumento de 37,1% aumentos estes decorrentes em ambos estudos, ocorridos principalmente por uma neutrofilia, caracterizada pelos efeitos da sobrecarga fisiológica à qual os árbitros são submetidos durante a partida de futebol e os militares após um teste de $VO_{2máx}$, mostrando

não ser a intensidade apenas o motivo da leucocitose, pós-exercício físico.

Natale e colaboradores (2003) testando as influências que determinados tipos de exercício têm no sistema imunológico, sendo os exercícios: 5 minutos de cicloergômetro (90-95% $VO_{2máx}$); exercícios contra resistência e 2 horas de cicloergômetro (60-65% $VO_{2máx}$). Foi observado que em todos os tipos de exercício ocorreu uma leucocitose, sendo que no exercício mais prolongado de endurance os valores foram os mais altos (13200 ± 1710), demonstrando desta maneira que a leucocitose não depende apenas da intensidade, mas tem um forte indício quanto à duração realizada do exercício físico.

Lopes (2006) verificando uma prova de triathlon com distâncias de uma prova olímpica, em 12 atletas treinados no mínimo dois anos, através dos seus resultados constatou uma elevação dos valores das concentrações de leucócitos tanto após a natação, ciclismo e a corrida, apresentando um aumento linear no número de leucócitos, tendo seu pico de aumento culminando ao término da corrida, apresentando uma diminuição após uma hora do término da prova.

Já Risoy e colaboradores (2003) estudando atletas e sedentários após uma corrida entre 60 a 90 minutos, ambos apresentaram um aumento no número de leucócitos, mostrando assim que o exercício é o principal causador desta leucocitose, não importando o estado atlético do indivíduo.

Rosa e Vaisber (2002) dizem de forma geral que o exercício de intensidade moderada, praticado com regularidade, melhora a capacidade de resposta do sistema imune, enquanto o de alta intensidade praticado sob condições estressantes provoca um estado transitório de imunodepressão.

O exercício, quando praticado além de determinado limite, como acontece no teste de Cooper realizado neste estudo, pode ser associado a aumento da incidência de doenças infecciosas, notadamente das vias aéreas superiores, sendo este um fator associativo e de grande importância ao esporte profissional.

Já Keast (1988) afirma que a alta incidência de infecções e inflamações detectadas posteriormente a uma exigência física máxima, como é o caso deste estudo, o

que pode agravar o quadro clínico de uma infecção já instalada.

O estresse muscular, constatado neste estudo, comprovado pelo grande aumento de neutrófilos após o teste de Cooper pode juntamente com a lenta liberação de prostaglandinas ser um fator determinante para que ocorra o aumento a sensibilidade dos receptores de dor, o que pode explicar a dolorosa sensação relacionada à dor tardia decorrente da realização de exercícios de alta intensidade e curta duração (Tricoli, 2001).

CONCLUSÃO

Pelos resultados apresentados neste estudo, podemos concluir que a realização de um teste de $VO_{2máx}$ (teste de Cooper) provoca aumentos significativos no número de neutrófilos (pseudoneutrofilia), ocasionando uma leucocitose.

Demonstra-se, dessa maneira, o grande efeito da sobrecarga fisiológica na musculatura, provocado pelo exercício físico extremado (grande intensidade e pequena duração).

Isto gera uma imunodepressão no indivíduo, podendo ser associado a dor tardia e a um aumento da incidência de doenças infecciosas, como o das vias aéreas superiores.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório Missões, sinceros agradecimentos por ter financiado e permitido que os hemogramas fossem realizados, disponibilizando todos os materiais para a coleta e a análise sanguínea. Agradecimentos aos acadêmicos do 9º semestre do Curso de Farmácia que, de forma voluntária, disponibilizaram-se a fazer a coleta sanguínea deste estudo.

REFERÊNCIAS

- 1-Benestad, H. B.; Laerum O. D. The Neutrophilic Granulocyte. Current Topics in Pathology. Vol. 79. 1989. p.7-36.
- 2-Cohen, B.J.; Wood, D.L. O Corpo Humano na Saúde e na Doença. São Paulo. Manole. 2002.

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.rbpfex.com.br

3-Curi, R.; Newsholme, P.; Pithon-Curi, T.C.; Pires-de-Melo, M.; Garcia, C.; Homem-de-Bittencourt, Jr. P.I.; Guimarães, A.R.P. Metabolic Fate of Glutamine in Lymphocytes, Macrophages and Neutrophils. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. Vol. 32. 1999. p. 15-21.

4-Eichner, ER. Moléstias Infecto-Contagiosas e Práticas de Esportes. *Sport Science Exchange*. Num. 21. 1999.

5-Evans, W.J.; Cannon, J.G. The Metabolic Effect of Exercise-Induced Muscle Damage. *Exercise and Sports Sciences Review*. 1991. p.99-125.

6-Guyton, A.C.; Hal, J.E. *Tratado de Fisiologia Médica*. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 1996.

7-Jackson, A.S.; Pollock, M.L. Practical Assessment of Body Composition. *Physician Sport Méd.* Vol. 13. 1985. p.76-90.

8-Keast, D.; Cameron, K.; Morton, A.R. Exercise and The Immune Response. *Sports Méd.* Vol. 5. 1988. p. 248-267.

9-Lagranha, C.J; Lima Senna, S.M; Curi, R.; Pithon-Curi, T.C. Função e Apoptose do Neutrófilo: Modulação pela Maturação Sexual, Exercício e Suplementação com Glutamina. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol. 13. Núm. 1. 2005. p. 95-180.

10-Leandro, C.; Nascimento, E.; Manhães-de-Castro, R.; Duarte, J.A.; De-Castro, C.M.M.B. Exercício Físico e Sistema Imunológico: Mecanismos e Integrações. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. Vol. 2. Num. 5. 2002. p. 80-90.

11-Lee, GR.; Bithel, I T.C.; Foerster, J.; Athens, J.; Lukens, J. *Hematologia Clínica*. São Paulo. Manole. 1961.

12-Lopes, R.F. Comportamento de alguns marcadores fisiológicos e bioquímicos de uma prova de triathlon olímpico. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2006.

13-Natale, V.M.; Brenner, I.K.; Moldoveanu, A.I.; Vasiliou, P.; Shek, P.; Shephard, R.J.

Effects of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise. *São Paulo Medical Journal/ Revista Paulista de Medicina*. São Paulo. Vol. 121. Núm. 1. 2003. p. 9-14.

14-Risoy, B.A.; Raastad, T.; Hallen, J.; Lappegard, K.T.; Baeverjord, K.; Kravdal, A.; Siebk,e E.M.; Benestad, H.B.; Delayed leukocytosis after hard strength and endurance exercise: Aspects of regulatory mechanisms. *BioMedCentral Physiology*. Vol. 3. 2003.

15-Rosa, L.F.P.B.C.; Vaisberg, M.W. Influências do Exercício na Resposta Imune. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Niterói. Vol. 8. Num. 4. 2002.

16-Santos, J.A.R.; Candeias, J.; Magalhães, M.C. Imunologia em ultramaratona em Kayak. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. Vol. 6. Núm. 2. 2006. p. 143-153.

17-Silva, A.; Nunes, E.A. Contagem Leucocitária em Árbitros Profissionais Antes e Após Partidas Oficiais de Futebol. *Fitness & Performance Journal*. Vol. 5. Num. 2. 2006. p. 65-69.

18-Thomas, J.R.; Nelson, J.K. *Métodos de Pesquisa em Atividade Física*. Porto Alegre. Artmed Editora. 2002.

19-Tricoli, V. Mecanismos Envolvidos na Etiologia da Dor Muscular Tardia. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol. 9. Num. 2. 2001. p. 39-44.

Endereço para correspondência:

Caroline Huber Bauer.
Rua Duque de Caxias, 296.
Santo Ângelo - RS, Brasil.

Recebido para publicação 17/06/2014
Aceito em 01/10/2014