



Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Escola de Educação Física - EEFUFOP
Bacharelado em Educação Física



TCC em formato de artigo

**Efeito do exercício aeróbico submáximo até a fadiga na contagem
de leucócitos circulantes, em mulheres na fase lútea**

Olisélia Egg de Resende

Ouro Preto

2019

Olisélia Egg de Resende

**Efeito do exercício aeróbico submáximo até a fadiga na
contagem de leucócitos circulantes, em mulheres na fase lútea**

Trabalho de Conclusão de Curso em formato de artigo, formatado para a Revista Sport Sciences for Health, apresentado à disciplina Seminário de TCC (EFD-381) do curso de Educação Física em Bacharelado da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para aprovação da mesma.

Orientador: Prof. Dr Kelerson Mauro de Castro Pinto

Coorientador: Prof. Dr. Albená Nunes da Silva

Ouro Preto

2019

R432e

Resende, Olisêlia Egg de.

Efeito do exercício aeróbio submáximo até a fadiga na contagem de leucócitos circulantes, em mulheres na fase lútea [manuscrito] / Olisêlia Egg de Resende. - 2019.

27f. : il. : graf. : tabs.

Orientador: Prof. Dr. Kelerson Mauro de Castro Pinto.
Coorientador: Prof. Dr. Albená Nunes da Silva.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Centro Desportivo da UFOP. Departamento de Educação Física.

1. Exercício físico. 2. Exercício aeróbio - Mulheres. 3. Leucocitose. 4. Ciclo menstrual. I. Pinto, Kelerson Mauro de Castro. II. Silva, Albená Nunes da. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU: 612.67

Catálogo: ficha.sisbin@ufop.edu.br



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
CENTRO DESPORTIVO



FOLHA DE APROVAÇÃO

Olisélia Egg de Resende

Efeito do exercício aeróbio submáximo na contagem dos leucócitos circulantes, em mulheres na fase lútea

Membros da banca

Kelerson Mauro de Castro Pinto - Dr. - Escola de Educação Física - UFOP
Lenice Kappes Becker Oliveira - Dra. - Escola de Educação Física - UFOP
Raianne dos Santos Baleeiro - Msc. - CBIOL - UFOP

Versão final

Aprovado em 25 de novembro de 2019

De acordo

Kelerson Mauro de Castro Pinto
Professor (a) Orientador (a)



Documento assinado eletronicamente por Kelerson Mauro de Castro Pinto, CHEFE DO DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA, em 05/12/2019, às 20:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 0026366 e o código CRC 5F61FCA2.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a resposta dos leucócitos e as suas subpopulações: linfócitos, neutrófilos e monócitos; em exercício submáximo (80% do $VO_{2\text{máximo}}$) até a fadiga voluntária. 18 mulheres com idade entre 20 e 40 anos, capazes de correr 10km em no máximo uma hora, passaram por três encontros, sendo que no primeiro foi aplicado questionário sobre o ciclo menstrual, sendo este último utilizado como referência para o agendamento dos dois encontros seguintes, para que estes ocorressem na fase lútea de cada voluntária. No segundo encontro, as voluntárias passaram por uma avaliação antropométrica e teste progressivo de $VO_{2\text{max}}$ com espirometria de circuito aberto. O terceiro dia de coleta, constou de coleta de amostras de sangue antes (T0), imediatamente após (T1) e 1 hora após (T2) do protocolo de exercício contínuo submáximo a 80% do $VO_{2\text{max}}$ até a fadiga voluntária. A estatura $161,8 \pm 5,40\text{cm}$; massa corporal $58,08 \pm 6,39\text{ kg}$; porcentagem de gordura de $29,15 \pm 5,53\%$ e $VO_{2\text{max}}$ $48,28 \pm 5,62\text{ mL O}_2^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Observou-se leucocitose (T0: $7,436 \pm 1,266$; T1: $11,3 \pm 2,372$) associada a neutrofilia (T0: $4,328 \pm 1,135$; T1: $6,784 \pm 2,218$), monocitose (T0: $0,5621 \pm 0,1552$; T1: $0,7015 \pm 0,1963$) e linfocitose (T0: $2,403 \pm 0,4635$; T1: $3,678 \pm 1,239$) imediatamente após o exercício. Uma hora após o exercício os leucócitos permaneciam elevados em relação ao pré-exercício (T0: $7,436 \pm 1,266$; T2: $10,12 \pm 2,349$). Já os Neutrófilos permaneceram elevados (T0: $4,328 \pm 1,135$; T1: $6,784 \pm 2,218$; T2: $7,422 \pm 2,441$) e os linfócitos apresentaram redução (T0: $2,403 \pm 0,4635$; T2: $2,029 \pm 0,633$). Os resultados mostram que as subpopulações de leucócitos, tais como monócitos, linfócitos e neutrófilos aumentaram no momento imediatamente após o exercício (T1). Esta elevação após o exercício, sendo que uma hora após o mesmo seu comportamento das subpopulações foi coerente com o já relatado com estudos em diferentes protocolos e amostras.

Palavras-chave: Exercício físico, resposta imunológica, leucocitose.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the response of leukocytes and their subpopulations: lymphocytes, neutrophils and monocytes; in submaximal exercise (80% of VO₂max) until voluntary fatigue. 18 women aged between 20 and 40 years, capable of running 10km in a maximum of one hour, underwent three meetings, and in the first was applied questionnaire about the menstrual cycle, the latter being used as a reference for scheduling the two subsequent meetings, so that they could occur in the luteal phase of each volunteer. In the second meeting, the volunteers underwent an anthropometric evaluation and progressive VO₂ max test with open circuit spirometry. The third day of collection consisted of blood samples collected before (T₀), immediately after (T₁) and 1 hour after (T₂) the continuous exercise protocol submaximal to 80% of VO₂ max until voluntary fatigue. Height 161.8 ± 5.40cm; body mass 58.08 ± 6.39 kg; fat percentage of 29.15 ± 5.53% and VO₂ max 48.28 ± 5.62 mL O₂·kg⁻¹·min⁻¹. Leukocytosis (T₀: 7,436 ± 1,266; T₁: 11,3 ± 2,372) associated with neutrophilia (T₀: 4,328 ± 1,135; T₁: 6,784 ± 2,218), monocytosis (T₀: 0,5621 ± 0,1552; T₁: 0.7015 ± 0.1963) and lymphocytosis (T₀: 2.403 ± 0.4635; T₁: 3.678 ± 1.239) immediately after exercise. One hour after exercise, leukocytes remained elevated compared to pre-exercise (T₀: 7.436 ± 1.266; T₂: 10.12 ± 2.349). Neutrophils remained elevated (T₀: 4,328 ± 1,135; T₁: 6,784 ± 2,218; T₂: 7,422 ± 2,441) and lymphocytes decreased (T₀: 2,403 ± 0,435; T₂: 2,029 ± 0,633). The results show that leukocyte subpopulations such as monocytes, lymphocytes and neutrophils increased at the moment immediately after exercise (T₁). This elevation after exercise, and one hour after the same its behavior of subpopulations was consistent with that already reported with studies in different protocols and samples.

Keywords: Physical exercise, immune response, leukocytosis.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. MÉTODOS	10
3. RESULTADOS	12
4. DISCUSSÃO.....	15
5. CONCLUSÃO	17
REFERÊNCIAS:	19
APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	22
APÊNDICE II – QUESTIONÁRIO PARA ANÁLISE E CARACTERIZAÇÃO DO CICLO MENSTRUAL.....	25
APÊNDICE III – QUESTIONÁRIO SOBRE TREINAMENTO DE CORRIDA.....	26

“Efeito do exercício aeróbico submáximo até a fadiga na contagem de leucócitos circulantes, em mulheres na fase lútea”

Olisélia Egg de Resende^{1,4}, Mariana Gomes de Moraes^{2,4}, Francisco de Assis Dias Martins Junior^{1,4}, Lázaro Fernandes Lobo^{1,4}, Lucas Soares Marcucci Barbosa^{1,4}, Lucélia Scarabeli Silva Barroso^{3,4}, Kelerson Mauro de Castro Pinto¹, Albená Nunes da Silva^{1,4}.

- 1- Physical Education School, Federal University of Ouro Preto, Brazil.
- 2- Institute of Biological Sciences, Federal University of Minas Gerais
- 3- Interdisciplinary Medical Research Laboratory, Federal University of Minas Gerais
- 4- Laboratory of Inflammation and Exercise Immunology (LABIEX)

Address for correspondence: Albená Nunes da Silva, MSc, PhD
Escola de Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto (EEF-UFOP)
Morro do Cruzeiro, 35400-000 – Escola de Educação Física
E-mail: albenanunes@hotmail.com
Ouro Preto, MG, Brasil

Efeito do exercício aeróbico submáximo até a fadiga na contagem de leucócitos circulantes, em mulheres na fase lútea

Objetivo: O presente estudo teve como objetivo avaliar a resposta dos leucócitos e as suas subpopulações: linfócitos, neutrófilos e monócitos; em exercício submáximo (80% do $VO_{2\text{máximo}}$) até a fadiga voluntária. **Métodos:** 18 mulheres com idade entre 20 e 40 anos, capazes de correr 10km em no máximo uma hora, passaram por três encontros, sendo que no primeiro foi aplicado questionário sobre o ciclo menstrual, sendo este último utilizado como referência para o agendamento dos dois encontros seguintes, para que estes ocorressem na fase lútea de cada voluntária. No segundo encontro, as voluntárias passaram por uma avaliação antropométrica e teste progressivo de $VO_{2\text{max}}$ com espirometria de circuito aberto. O terceiro dia de coleta, constou de coleta de amostras de sangue antes (T0), imediatamente após (T1) e 1 hora após (T2) do protocolo de exercício contínuo submáximo a 80% do $VO_{2\text{max}}$ até a fadiga voluntária. **Resultados:** A estatura $161,8 \pm 5,40\text{cm}$; massa corporal $58,08 \pm 6,39\text{ kg}$; porcentagem de gordura de $29,15 \pm 5,53\%$ e $VO_{2\text{max}}$ $48,28 \pm 5,62\text{ mL O}_2^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Observou-se leucocitose (T0: $7,436 \pm 1,266$; T1: $11,3 \pm 2,372$) associada a neutrofilia (T0: $4,328 \pm 1,135$; T1: $6,784 \pm 2,218$), monocitose (T0: $0,5621 \pm 0,1552$; T1: $0,7015 \pm 0,1963$) e linfocitose (T0: $2,403 \pm 0,4635$; T1: $3,678 \pm 1,239$) imediatamente após o exercício. Uma hora após o exercício os leucócitos permaneciam elevados em relação ao pré-exercício (T0: $7,436 \pm 1,266$; T2: $10,12 \pm 2,349$). Já os Neutrófilos permaneceram elevados (T0: $4,328 \pm 1,135$; T1: $6,784 \pm 2,218$; T2: $7,422 \pm 2,441$) e os linfócitos apresentaram redução (T0: $2,403 \pm 0,4635$; T2: $2,029 \pm 0,633$). **Conclusão:** Os resultados mostram que as subpopulações de leucócitos, tais como monócitos, linfócitos e neutrófilos aumentaram no momento imediatamente após o exercício (T1). Esta elevação após o exercício, sendo que uma hora após o mesmo seu comportamento das subpopulações foi coerente com o já relatado com estudos em diferentes protocolos e amostras.

Palavras-chave: Exercício físico, resposta imunológica, leucocitose.

Effect of submaximal aerobic exercise to fatigue on blood count circulating leukocytes in women in the luteal phase

Abstract: Objective: The present study aimed to evaluate leukocyte response and subpopulations: lymphocytes, neutrophils and monocytes; in submaximal exercise (80% of VO₂max) until voluntary fatigue. **Methods:** 18 women aged between 20 and 40 years old, capable of running 10km in a maximum of one hour, performed treadmill running at 80% of VO₂ max. Initially, a questionnaire about the menstrual cycle was applied. The next collections occurred in the luteal phase of the menstrual cycle. In the second meeting, the volunteers underwent an anthropometric assessment and progressive VO₂ max test with direct spirometry. The third day of collection, performed between 21 and 30 days after the second meeting, consisted of blood samples collected before (T₀), immediately after (T₁) and 1 hour after (T₂) of the continuous exercise protocol submaximal to 80%. from VO₂ max to voluntary fatigue, also using direct spirometry. **Results:** Height 161.8 ± 5.40cm; body mass 58.08 ± 6.39 kg; fat percentage of 29.15 ± 5.53% and VO₂ max 48.28 ± 5.62 mL O₂·1.kg⁻¹·min⁻¹. Leukocytosis (T₀: 7,436 ± 1,266; T₁: 11,3 ± 2,372) associated with neutrophilia (T₀: 4,328 ± 1,135; T₁: 6,784 ± 2,218), monocytosis (T₀: 0,5621 ± 0,1552; T₁: 0.7015 ± 0.1963) and lymphocytosis (T₀: 2.403 ± 0.4635; T₁: 3.678 ± 1.239) immediately after exercise. One hour after exercise leukocytes remained elevated compared to pre-exercise (T₀: 7,436 ± 1,266; T₂: 10,12 ± 2,349). Neutrophils remained elevated (T₀: 4,328 ± 1,135; T₁: 6,784 ± 2,218; T₂: 7,422 ± 2,441) and lymphocytes decreased (T₀: 2,403 ± 0,435; T₂: 2,029 ± 0,633). **Conclusion:** The results show that leukocyte subpopulations such as monocytes, lymphocytes and neutrophils increased at the moment immediately after exercise (T₁). This elevation after exercise, and one hour after the same its behavior of subpopulations was consistent with that already reported with studies in different protocols and samples.

Keywords: Physical exercise, immune response, leukocytosis.

1. INTRODUÇÃO

O corpo humano é um organismo capaz de executar uma enorme variedade de movimentos coordenados, que quando programados e orientados para um objetivo são denominados de exercício físico [1, 2], necessitando de diferentes vias metabólicas para produzir energia, sendo elas: anaeróbia alática, anaeróbio láctico e via aeróbia [1].

O exercício físico regular produz adaptações que irão beneficiar a saúde, tais como: melhoria do perfil lipídico, melhoria do condicionamento cardiovascular, aumento do volume muscular, alterações das respostas imunológicas e outras [3-6]. Neste sentido B.K. Pedersen e B. Saltin [7] apontam evidências da prescrição do exercício como terapia para doenças crônicas, sendo possível identificar alguns parâmetros de treinamento, assim como tipos de exercícios, mais adequados para diferentes condições.

O sistema imunológico é de extrema importância para a manutenção da homeostase, sendo as suas principais células os leucócitos, que tem como subpopulações neutrófilos, basófilos, eosinófilos, monócitos e linfócitos, que aumentam sua produção de acordo com a natureza do antígeno ou do evento [8-10].

As respostas das células do sistema imunológico, ao exercício físico, têm sido observadas desde a década de 70 [11] tanto em exercícios de força [12-14] como em exercício predominantemente aeróbios [15-17] e relatando perturbações tanto em resposta aguda como de adaptação crônica [11]. Segundo Natale et al. [18], o exercício predominantemente aeróbio é capaz de causar maior perturbação do sistema imune e conseqüentemente maior leucocitose, principalmente das subpopulações de macrófagos, neutrófilos e linfócitos.

As respostas fisiológicas ao exercício podem variar também em função do sexo [6, 19], isso devido a diferenças fatores como a composição corporal, o volume das fibras musculares e principalmente o ciclo hormonal [20]. Visto que o sistema imunológico interage intimamente com o sistema endócrino, mulheres podem apresentar diferenças

na resposta imune, não somente comparadas aos homens, como também nas diferentes fases do ciclo hormonal [21-24].

Portanto, o estudo aqui proposto terá como objetivo analisar a resposta aguda das células do sistema imunológico, leucócitos e as subpopulações de neutrófilos, linfócitos e monócitos, de mulheres na fase lútea do ciclo menstrual, após uma sessão de exercício aeróbio.

2. MÉTODOS

Dezoito voluntárias do sexo feminino com idade entre 20 e 40 anos praticantes de corrida de rua, capazes de executar 10km em até 1 hora, tiveram como critérios de inclusão ausência de lesões músculo-esqueléticas nos últimos seis meses nos membros inferiores, coluna e pélvis; não fumantes, não fazer uso de medicamentos contraceptivos e antiinflamatórios ou suplementos energéticos e não terem ingerido álcool durante pelo menos 3 dias antes do estudo. A autorização ética para este estudo foi obtido a partir do Comitê de Ética da Universidade Federal de Ouro Preto, MG (Res CAAE:60064216.5.0000.5150).

2.1 PROCEDIMENTOS

As voluntárias foram submetidas a três encontros, em dias diferentes, para a realização da coleta de dados. Durante o primeiro dia de coleta, as voluntárias receberam orientações e esclarecimentos sobre a pesquisa e foram submetidas a dois questionários: questionário sobre treinamento de corrida e questionário da fase do ciclo menstrual. A partir dos dados obtidos pelo questionário da fase do ciclo menstrual, os pesquisadores foram capazes de agendar as próximas datas de coletas de forma que coincidisse com a fase lútea do ciclo menstrual (entre 14^o e o 22^o dia após o primeiro dia de menstruação). No segundo encontro, as voluntárias passaram por uma avaliação física para a determinação da composição corporal (massa corporal, estatura e

antropometria) e em seguida foi realizado um teste progressivo de $VO_{2\max}$. O terceiro dia de coleta, realizado entre 21 a 30 dias após a avaliação do $VO_{2\max}$, constou de coleta de amostras de sangue antes, imediatamente após e 1 hora após do protocolo de exercício contínuo submáximo a 80% do $VO_{2\max}$, até a fadiga voluntária. A intensidade da corrida foi determinada pela velocidade e inclinação em que as voluntárias se encontravam a 80% do durante o teste incremental de $VO_{2\max}$. Durante ambos os eventos foi utilizado a ergoespirometria.

2.2 PARÂMETROS AVALIADOS

Foram realizadas as medidas de massa corporal por meio de uma balança antropométrica (WELMY, W200A) com precisão de 0,1 kg e a estatura foi registrada através de estadiômetro acoplado a balança, com precisão de 0,5cm (WELMY, W200A). O percentual de gordura foi avaliado por meio da técnica de dobras cutâneas (peitoral, subescapular, tríceps, bíceps, abdominal, subaxilar, supra ilíaca, perna e coxa medial) e o seu cálculo realizado de acordo com o protocolo de 9 dobras utilizado por Pollock e Wilmore (1993), sendo o percentual de gordura calculado por meio de equação de Brozek [1].

2.2.1 TESTE PROGRESSIVO DE VO_2 MÁXIMO

Para a aplicação do teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) foi adotado protocolo de Ellestad em esteira ergométrica, com aumentos progressivos de velocidade e inclinação[25]. O consumo de oxigênio foi determinado por ergoespirometro (Vmax29 SensorMedics, Yorba Linda, CA).

2.2.2 LEUCOGRAMA

A punção venosa foi realizada em um ambiente preparado, por um profissional qualificado e com experiência. Todos os procedimentos de punção venosa respeitaram os padrões de biossegurança adotados pelos laboratórios envolvidos na pesquisa.

Imediatamente antes e após, além de 1 hora após o teste submáximo a 80% do $VO_{2\text{ máx}}$ foram coletados 9 mL de sangue venoso periférico das voluntárias, por meio da punção venosa em tubos *vacutainers* contendo EDTA. As amostras foram encaminhadas para o laboratório São Paulo, sob as condições padrões para transporte de sangue, sendo então centrifugadas para separação do plasma sanguíneo. As células sanguíneas foram quantificadas, pela contagem das células brancas e suas subpopulações por meio automatizado (Sysmex XE-2100).

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software GraphPadPrism 7.0. Inicialmente foi realizado teste de normalidade Shapiro-Wilk e posteriormente os dados foram analisados por meio de Análise variância com um fator. Quando necessário foi utilizado o teste de Tukey como post hoc. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS

Na tabela 1 observam-se os dados de caracterização da amostra em relação aos dados antropométricos e de capacidade aeróbia.

	Media	D.P.	Mínimo	Máximo
Estatura	161,8	±5,408	152	170
Idade (anos)	34,22	±3,889	25	40
Massa Corporal (Kg)	58,08	±6,391	49,1	72,3
Gordura (%)	29,15	±5,532	18,53	37,36
M.Magra (Kg)	40,79	±3,835	37,6	53,4
M.Gorda (Kg)	17,07	±4,45	9,1	22,7
$VO_{2\text{ máx}}$ (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	48,28	±5,624	41	59

Tabela 1 Amostra: $n=18$; DP: desvio padrão; M.Magra: Massa magra; M.Gorda: Massa Gorda; $Vo_{2m\acute{a}x}$: volume de oxigênio máximo.

Na figura 1 tem-se os dados dos Leucócitos Totais medidos em diferentes momentos, antes e após o teste experimental. Observou-se aumento dos Leucócitos plasmáticos imediatamente após o exercício ($p= 0,0001$), sendo estes valores também maiores que os observados uma hora após o término do exercício ($p=0,0494$). Também se observou que a média uma hora após o exercício foi superior à média avaliada antes do início do exercício ($p = 0,0007$).

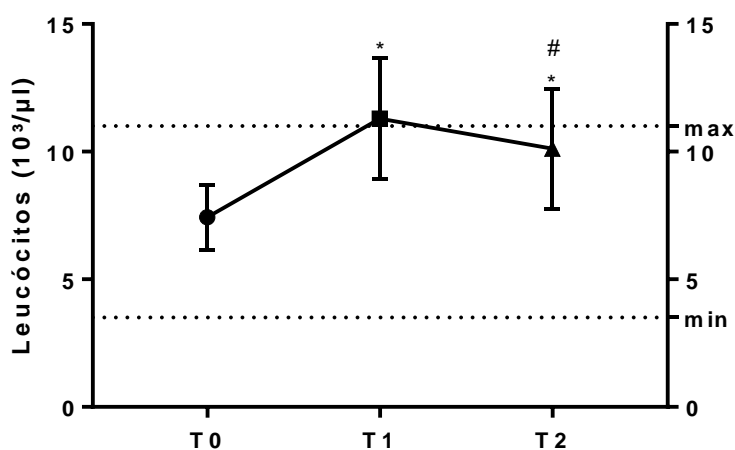


Figura 1 Quantidade total de leucócitos por microlitro de plasma das voluntárias nos 3 momentos. μl : microlitros; T0: pré exercício; T1: imediatamente após o exercício; T2: uma hora após o término do exercício. *: ($p=0,0001$ T1 em relação T0 e $p= 0,0494$ T1 em relação T2); # $p= 0,0007$ T2 em relação a T0. A linha tracejada representa os valores mínimos e máximos de referência.

Na figura 2 tem-se os dados dos Monócitos plasmáticos medidos em diferentes momentos, antes e após o teste experimental. Observou-se aumento dos monócitos plasmáticos imediatamente após o exercício ($p= 0,0001$), sendo também maior do que o medido uma hora após o exercício ($p = 0,0028$).

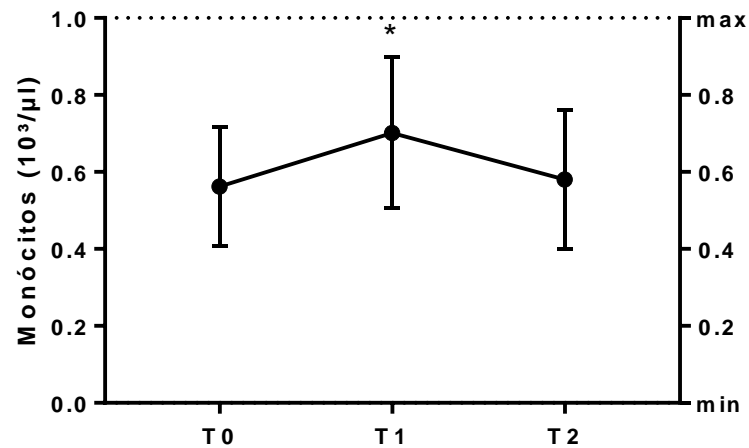


Figura 2 Quantidade total de monócitos por microlitro de plasma das voluntárias nos 3 momentos. μl : microlitros; T0: pré exercício; T1: imediatamente após o exercício; T2: uma hora após o término do exercício. * ($p = <0,0001$ em relação T0 e $p = 0,0028$ em relação a T2). A linha tracejada representa os valores mínimos e máximos de referência.

Os dados dos linfócitos plasmáticos, medidos em três diferentes momentos estão demonstrados na figura 3. Observou-se um aumento dos linfócitos plasmáticos quando comparado aos diferentes tempos, antes do exercício ($p=0,0008$) e uma hora após o exercício ($p=0,0003$). Os valores observados uma hora após o exercício foram menores do que os valores medidos antes do exercício ($p=0,0326$)

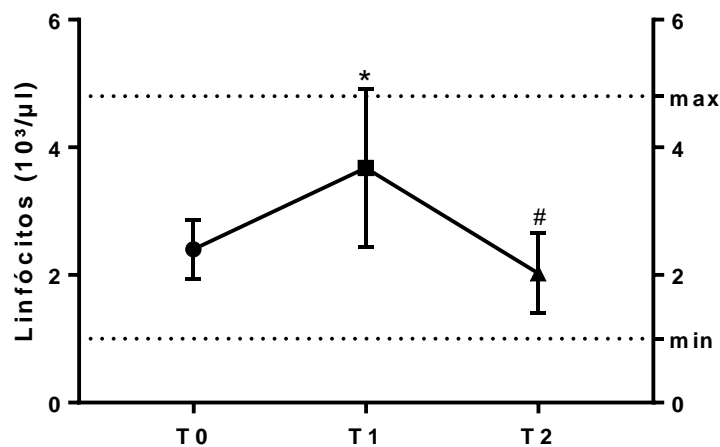


Figura 3 Quantidade total de linfócitos por microlitro de plasma das voluntárias nos 3 momentos. μl : microlitros; T0: pré exercício; T1: imediatamente após o exercício; T2: uma hora após o término do exercício. * ($p = <0,0008$ em relação T0 e $p = 0,0003$ em relação a T2).; #: $p = 0,0326$ comparando T0 e T2. A linha tracejada representa os valores mínimos e máximos de referência.

Na figura 4 tem-se os dados dos Neutrófilos plasmáticos medidos em diferentes momentos, antes e após o teste experimental. Observou-se aumento dos Neutrófilos plasmáticos imediatamente após o exercício ($p = 0,0015$), sendo que estes valores permaneceram elevados nas medidas realizadas uma hora após o exercício ($p = 0,0004$).

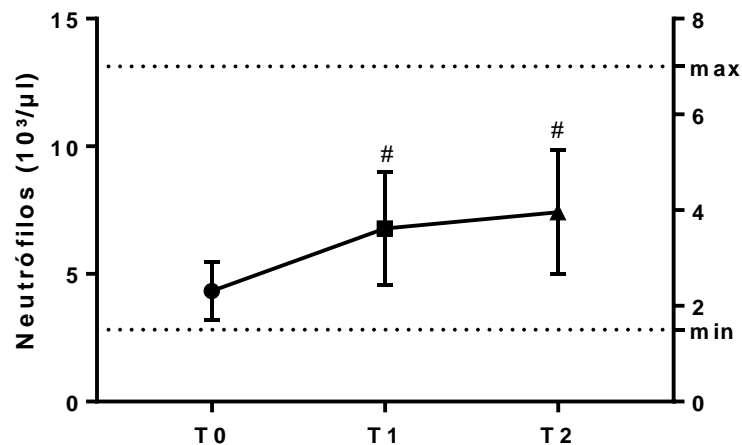


Figura 4 Quantidade total de neutrófilos por microlitro de plasma das voluntárias nos 3 momentos. μl : microlitros; T0: pré exercício; T1: imediatamente após o exercício; T2: uma hora após o término do exercício. #: ($p = <0,0015$ entre T0 e T1; $p = 0,0004$ entre T0 e T2). A linha tracejada representa os valores mínimos e máximos de referência.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo analisou a resposta aguda dos leucócitos plasmáticos totais, assim como de monócitos, linfócitos e neutrófilos, em mulheres na fase lútea do ciclo menstrual, após um exercício aeróbio a 80% do $\text{VO}_{2\text{max}}$ até a fadiga voluntária. Considerando que variações no ciclo menstrual podem influenciar no desempenho do

exercício e no perfil das respostas fisiológicas, como diminuição da eficiência cardiorrespiratória e diminuição do VO_{2max} [23], optou-se por padronizar a fase do ciclo menstrual na qual a coleta ocorreu.

A amostra foi constituída de 18 mulheres fisicamente ativas e praticantes de corrida de rua, sendo estas capazes de realizar 10km em até 1 hora. Considerando os dados da CBAT[26], atletas de elite da categoria feminina, completam 10km em um tempo médio de 35 minutos, sendo portanto, nossa amostra composta por atletas amadoras.

O aumento dos níveis séricos dos leucócitos, imediatamente após o exercício, foi coerente com o já apresentado por diversos estudos em uma variedade de protocolos de exercícios, como resistido [12-14], HIIT[27, 28], ciclismo [29, 30], corrida predominantemente aeróbia em esteira[31-33]. Dentre os diversos mecanismos que envolvem alterações nas respostas inflamatórias após o exercício, destaca-se os microtraumas celulares produzidos por estresse mecânico, que ativariam principalmente os neutrófilos e macrófagos [34-37], como uma reação para o remodelamento do tecido[38]. Uma hora após o término do exercício ainda se observa uma elevação no número de leucócitos circulantes, apesar desse valor já ser inferior aos observados imediatamente após o exercício. Esse comportamento ilustra o perfil dos leucócitos durante o período de recuperação do exercício aeróbio, que pode variar ainda de acordo com o tipo de exercício e de seus parâmetros de treinamento como intensidade, duração [34].

O comportamento dos leucócitos totais reflete o comportamento dos neutrófilos, monócitos e linfócitos. Nas figuras observa-se um comportamento semelhante de todas as células estudadas (Monócitos, Linfócitos e Neutrófilos), imediatamente após término do exercício. Por participarem diretamente dos processos de resolução inflamatória, provocadas principalmente por prováveis lesões induzidas pela ação excêntrica da corrida[29]. Apesar desta relação entre ação excêntrica e a etiologia do dano muscular,

Koch, Pereira [39] cita que qualquer tipo de ação muscular (concêntrica e isométrica) seria capaz de provocar danos no tecido muscular.

Uma hora após o exercício os leucócitos permaneceram elevados quando comparados ao pré exercício, sendo que os monócitos retornaram ao nível pré exercício, o número de neutrófilos plasmáticos continuou elevado e os linfócitos expressaram redução, quando comparado ao pré exercício. Já observado em outros estudos, esta modulação da resposta das células do sistema imune, se deve possivelmente ao fator temporário dos microtraumas e seu mecanismo de reparo [36, 40] bem como de fatores neuroendócrinos [41]. A redução dos níveis plasmáticos de linfócitos (linfopenia) expressa uma supressão parcial do sistema imune, conhecida como “Teoria da janela aberta” caracterizada pela supressão aguda do sistema imunológico [42].

Dentro desse estudo alguns fatores devem ser destacados que limitam a interpretação dos dados, tais como: (i) não se pode afirmar uma provável interferência da fase lútea nas respostas das células inflamatórias, por a metodologia proposta não tem como objetivo fazer essa comparação; (ii) não foi feito um controle da dieta préexercício, que poderia influenciar nas respostas fisiológicas do exercício e (iii) foi analisado somente o perfil de algumas células do sistema imunológico, sendo necessário mais informações, como de citocinas plasmáticas e de marcadores de lesão muscular, para melhorar a qualidade das inferências.

5. CONCLUSÃO

O comportamento das células do sistema imunológico, avaliadas após um exercício predominantemente aeróbio proposto, em mulheres durante a fase lútea do ciclo menstrual, apresentam um perfil semelhante ao já apontado pela literatura, a qual se observa um aumento dos leucócitos imediatamente após o exercício, permanecendo esse comportamento alterado por até uma hora após o exercício.

No entanto, devido a escassez de literatura específica sobre as respostas imunológicas nos diferentes momentos do ciclo hormonal feminino, sugerimos também estudos futuros que investiguem a magnitude da alteração do sistema imunológico, expresso dentre outros fatores pela linfopenia, inclusive nos diferentes fases do ciclo menstrual.

REFERÊNCIAS:

1. McArdle, W.D., F.I. Katch, and V.L. Katch, *Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano*. Traduzido por Giuseppe Taranto. 7ª ed. Rio Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. **83**: p. 3322-3222.
2. Raso, V., J.M.D.A. Greve, and M.D. Polito, *Pollock: Fisiologia clínica do exercício*. 2013: Editora Manole.
3. Lakka, T.A., et al., *Relation of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness to the risk of acute myocardial infarction in men*. New England Journal of Medicine, 1994. **330**(22): p. 1549-1554.
4. Pedersen, B.K. and L. Hoffman-Goetz, *Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation*. Physiological reviews, 2000. **80**(3): p. 1055-1081.
5. Zorba, E., T. Cengiz, and K. Karacabey, *Exercise training improves body composition, blood lipid profile and serum insulin levels in obese children*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 2011. **51**(4): p. 664.
6. Hall, J.E., *Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica*. 2011: Elsevier Health Sciences.
7. Pedersen, B.K. and B. Saltin, *Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease*. Scand J Med Sci Sports, 2006. **16 Suppl 1**: p. 3-63.
8. BÁSICA, I., *Funções e Distúrbios do Sistema Imunológico—Abul Abbas & Andrew H. Lichtman*. Elsevier.
9. Coico, R. and G. Sunshine, *Immunology: a short course*. 2015: John Wiley & Sons.
10. Male, D., et al., *Imunologia*. 2014: Elsevier Brasil.
11. Rosa, L. and M.W. Vaisberg, *Influências do exercício na resposta imune*. Rev bras med esporte, 2002. **8**(4): p. 167-72.
12. Fortunato, A.K., et al., *Strength Training Session induces important changes on physiological, immunological, and inflammatory biomarkers*. Journal of immunology research, 2018. **2018**.
13. Mayhew, D.L., J.P. Thyfault, and A.J. Koch, *Rest-interval length affects leukocyte levels during heavy resistance exercise*. Journal of strength and conditioning research, 2005. **19**(1): p. 16.
14. Nieman, D., et al., *The acute immune response to exhaustive resistance exercise*. International journal of sports medicine, 1995. **16**(05): p. 322-328.
15. Brügger, N.A.J., *Respostas imunes agudas ao exercício aeróbio contínuo e cíclico*. Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde, 1998. **3**(4): p. 49-65.
16. Prestes, J., et al., *Influência do exercício físico agudo realizado até a exaustão sobre o número de leucócitos, linfócitos e citocinas circulantes*. Fitness & performance journal, 2007. **6**(1): p. 32-37.
17. Johannsen, N.M., et al., *Effect of different doses of aerobic exercise on total white blood cell (WBC) and WBC subfraction number in postmenopausal women: results from DREW*. PloS one, 2012. **7**(2): p. e31319.
18. Natale, V.M., et al., *Effects of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise*. Sao Paulo Medical Journal, 2003. **121**(1): p. 09-14.
19. Horton, T.J., et al., *Fuel metabolism in men and women during and after longduration exercise*. Journal of Applied Physiology, 1998. **85**(5): p. 1823-1832.

20. Leitão, M.B., et al., *Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: atividade física e saúde na mulher*. Revista brasileira de medicina do esporte, 2000. **6**(6): p. 215-220.
21. Bouman, A., M.J. Heineman, and M.M. Faas, *Sex hormones and the immune response in humans*. Human reproduction update, 2005. **11**(4): p. 411-423.
22. Freitas, F., et al., *Rotinas em ginecologia*. 2001: Artmed.
23. Godbole, G., A. Joshi, and S.M. Vaidya, *Effect of female sex hormones on cardiorespiratory parameters*. Journal of family medicine and primary care, 2016. **5**(4): p. 822.
24. Faas, M., et al., *The immune response during the luteal phase of the ovarian cycle: a Th2-type response?* Fertility and sterility, 2000. **74**(5): p. 1008-1013.
25. Marins, J. and R. Giannichi, *Avaliação e prescrição de exercícios: um guia prático*. 15. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
26. Atlestimo, C.B.d. *Ranking brasileiro de 2019 adultos*. 2019 [cited 2019 22/10/2019]; Available from: http://www.cbat.org.br/estatisticas/ranking/ranking_quadro_ano.asp?id=a&prv=21&sexo=F&ano=%202019.
27. Jamurtas, A.Z., et al., *The effects of acute low-volume HIIT and aerobic exercise on leukocyte count and redox status*. Journal of sports science & medicine, 2018. **17**(3): p. 501.
28. Heidari, N., et al., *The effects of acute high intensity interval exercise of judo on blood rheology factors*. Turkish Journal of Kinesiology, 2016. **2**(1): p. 6-10.
29. Bessa, A., et al., *High-intensity ultraendurance promotes early release of muscle injury markers*. British journal of sports medicine, 2008. **42**(11): p. 889-893.
30. LUK, H.-Y., et al., *Leukocyte subset changes in response to a 164-km road cycle ride in a hot environment*. International journal of exercise science, 2016. **9**(1): p. 34.
31. Peake, J.M., et al., *Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2005. **37**(5): p. 737-745.
32. Nieman, D., et al., *Effects of long-endurance running on immune system parameters and lymphocyte function in experienced marathoners*. International journal of sports medicine, 1989. **10**(05): p. 317-323.
33. Neves, P.R.D.S., et al., *Acute effects of high-and low-intensity exercise bouts on leukocyte counts*. Journal of Exercise Science & Fitness, 2015. **13**(1): p. 24-28.
34. Bloomer, R.J. and A.H. Goldfarb, *Anaerobic exercise and oxidative stress: a review*. Canadian journal of applied physiology, 2004. **29**(3): p. 245-263.
35. Bloomer, R.J., et al., *Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress*. J Strength Cond Res, 2005. **19**(2): p. 276-85.
36. Bloomer, R.J., et al., *Oxidative stress response in trained men following repeated squats or sprints*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2006. **38**(8): p. 14361442.
37. Bloomer, R.J., et al., *Effect of resistance training on blood oxidative stress in Parkinson disease*. Medicine and science in sports and exercise, 2008. **40**(8): p. 1385-1389.
38. Silva, F.O.C.d. and D.V. Macedo, *Exercício físico, processo inflamatório e adaptação: uma visão geral*. Rev. bras. cineantropom. desempenho hum.(Online), 2011: p. 320-328.
39. Koch, A., R. Pereira, and M. Machado, *The creatine kinase response to resistance exercise*. J Musculoskelet Neuronal Interact, 2014. **14**(1): p. 68-77.
40. Zhang, C., et al., *Interleukin-6/signal transducer and activator of transcription 3 (STAT3) pathway is essential for macrophage infiltration and myoblast*

- proliferation during muscle regeneration*. Journal of Biological Chemistry, 2013. **288**(3): p. 1489-1499.
41. Pedersen, B., T. Rohde, and K. Ostrowski, *Recovery of the immune system after exercise*. Acta Physiologica Scandinavica, 1998. **162**(3): p. 325-332.
 42. Kakanis, M., et al., *The open window of susceptibility to infection after acute exercise in healthy young male elite athletes*. Journal of Science and Medicine in Sport, 2010. **13**: p. e85-e86.

APÊNDICE I

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE):

“EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO AGUDO CONTÍNUO SUBMÁXIMO EM BIOMARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO, INFLAMATÓRIOS E DO SISTEMA

IMUNE EM ATLETAS CORREDORAS APÓS TESTE DE VO2 MÁXIMO.”

Venho por meio deste, convidá-la à participar do projeto de pesquisa cujo título está supracitado, que tem como objetivo avaliar o efeito de um protocolo submáximo em esteira em biomarcadores sanguíneos de inflamação, de estresse oxidativo e sistema imune em atletas corredoras. Serão realizados um teste de VO2 máximo, avaliação da composição corporal por meio do DXA(densitometria por dupla emissão de raios-X) e um protocolo submáximo em esteira até a fadiga no qual serão realizadas coletas de sangue antes do teste, imediatamente após e 1h após o teste.

Riscos e Benefícios esperados

A realização deste estudo envolve os riscos gerais relacionados à prática de exercícios físicos, como lesões musculoesqueléticas, e à coleta de sangue periférico. Porém, a frequência com que esses eventos ocorrem em condições laboratoriais é mínima e, tanto a sessão de treino quanto a coleta de sangue, serão realizadas por profissionais treinados sob condições de segurança. Não haverá benefício direto ao voluntário, entretanto, esta pesquisa ajudará na compreensão de mecanismos importantes associados aos benefícios do exercício físico para a população.

Questionamentos

Em caso de quaisquer dúvidas, você poderá perguntar e esclarecer seus questionamentos com os pesquisadores a qualquer momento da pesquisa.

Suspensão da pesquisa

Você tem a liberdade de não participar ou de desistir a qualquer momento, sem qualquer penalidade ou qualquer outro transtorno para você.

Eventuais Danos materiais e morais

Todas as despesas especificamente relacionadas com o estudo são de responsabilidade dos pesquisadores deste estudo. Se durante ou após o estudo, você tenha outras dúvidas ou entenda que apresentou qualquer consequência negativa, por favor, entre em contato com o pesquisador responsável pelo estudo: Professor Dr. Albená Nunes da Silva, telefone (031): 99992-3426. Você poderá recusar-se a participar deste estudo e/ou abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar se justificar. Você também deve compreender que os pesquisadores 2

podem decidir sobre a sua exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais você será devidamente informado.

Uso das informações obtidas

As informações obtidas durante o teste serão tratadas de forma restrita e confidencial. Os dados da pesquisa serão armazenados pelo coordenador da pesquisa (Professor Dr. Albená Nunes da Silva) em sua sala (Sala 20 A) do Centro Desportivo da Universidade Federal de Ouro Preto (CEDUFOP) por um período de 5 anos. Os dados não serão liberados ou revelados para mais nenhuma pessoa a não ser os responsáveis pela análise e escrita dos resultados. As informações obtidas serão usadas por uma análise estatística com objetivos científicos. Pode estar certo que sua privacidade e anonimato serão garantidos.

Contato com o pesquisador e como o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto

Qualquer esclarecimento entre em contato com o pesquisador do presente projeto pelo e-mail: albenanunes@hotmail.com , ou pelo telefone: 99992-3426.

Segue também o contato do comitê de ética em pesquisa da Universidade Federa de Ouro preto: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto,

Campus Universitário – Morro do Cruzeiro, na Pró-Reitoria de Pesquisa e PósGraduação, ICEB - Ouro Preto (MG), ou pelo telefone (31) 3559-1368, sempre que desejar sanar dúvidas éticas. Uma cópia desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Livre Consentimento:

Concordo participar voluntariamente do presente projeto. Eu entendo que eu estou livre para desistir da participação a qualquer momento. Eu dou meu consentimento para participar deste estudo.

Data Assinatura do Voluntário

Data Assinatura do Responsável

APÊNDICE II

QUESTIONÁRIO PARA ANÁLISE E CARACTERIZAÇÃO DO CICLO MENSTRUAL

- 1) Qual a data da última menstruação?
- 2) Qual a data provável da próxima menstruação?
- 3) Quantos dias aproximadamente dura o seu ciclo?
- 4) Você utiliza algum aplicativo ou tipo de registro para controlar o ciclo? Qual?
- 5) Você utiliza anticoncepcional?
- 6) Você já utilizou algum tipo de anticoncepcional? Qual? Por quanto tempo?
- 7) O que te fez interromper a utilização do anticoncepcional? (Responda somente se já tiver utilizado)
- 8) A quanto tempo houve a interrupção da utilização do anticoncepcional? (Somente se já tiver utilizado)
- 7) Você percebeu mudança no desempenho para a prática de atividade física? Melhorou, piorou ou se manteve o mesmo?

APÊNDICE III

QUESTIONÁRIO SOBRE O TREINAMENTO DE CORRIDA

- 1) Você segue um planejamento de corrida? Há quanto tempo?
- 2) Quantas vezes na semana você treina corrida?
- 3) Qual o volume semanal de corrida em média você costuma realizar?(considere o último mês)
- 4) Participa ou já participou de provas de corrida?
- 5) De quais provas você participou?(5km,10km, 15km, Volta da Pampulha, Meia Maratona, Trail run)
- 6) Qual foi o seu melhor desempenho em uma prova?

