



Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP
Centro Desportivo - CEDUFOP
Bacharelado em Educação Física



TCC em formato de artigo

**Respostas leucocitárias após diferentes treinamentos de força em mulheres
não treinadas**

Kadícia Mota e Thaís Lima

Ouro Preto

2017

Kadícia Mota e Thaís Lima

Respostas leucocitárias após diferentes treinamentos de força em mulheres não treinadas

Trabalho de Conclusão de Curso em formato de artigo formatado para a Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 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.

Prof. Dr. Kelerson Mauro de Castro Pinto

Ouro Preto

Março/2017

M917r Mota, Kadigia de Fátima Ferreira.

Respostas leucocitárias após diferentes treinamentos de força em mulheres não treinadas [manuscrito] / Kadigia de Fátima Ferreira Mota, Thais Lima Gonçalves. – 2017.

28 p.

Orientador: Prof Dr. Kelson Mauro de Castro Pinto.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura) – Universidade Federal de Ouro Preto. Centro Desportivo da Universidade Federal de Ouro Preto. Curso de Educação Física.

Área de concentração: Treinamento Esportivo

1. Treinamento de força 2. Dano muscular 3. Células. I. Pinto, Kelson Mauro de Castro. II. Gonçalves, Thais Lima. III. Universidade Federal de Ouro Preto.

CDU:796.015.52

Catálogo: ficha@sisbin.ufop.br




Universidade Federal de Ouro Preto
Centro Desportivo
Bacharelado em Educação Física
Física

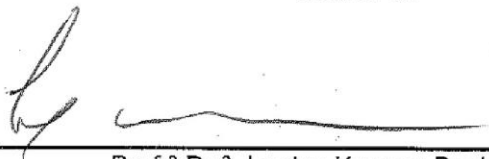
“Respostas leucocitárias, após diferentes treinamentos de força
em mulheres não treinadas ”

Autoras: Kadígia de Fátima Ferreira Mota e Thaís Lima Gonçalves


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na disciplina EFD380 ou EFD381-
Seminário de Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do grau de Bacharelas
em Educação Física pela Universidade Federal de Ouro Preto, defendido pelas autoras
e aprovado em 16 de março de 2017, pela banca examinadora composta pelos
professores:



Prof. Dr. Kelerson Mauro de Castro Pinto
Orientador
CEDUFOP



Prof.ª Dr.ª. Lenice Kappes Becker Oliveira
Membro da banca
CEDUFOP



Prof.ª Dr.ª. Ana Paula de Jesus Menezes
Membro da banca
CEDUFOP

RESUMO

Os exercícios de força são considerados parte fundamental de qualquer tipo de treinamento, sendo o aumento da força muscular uma das principais adaptações a este tipo de treinamento. Pouco se conhece sobre as respostas dos biomarcadores plasmáticos de dano muscular, agudas e crônicas do treinamento de força com durações de ações musculares diferentes e mesma duração de movimento, objetivando a hipertrofia muscular esquelética. O objetivo do estudo foi caracterizar as respostas leucocitárias agudas e crônicas, após diferentes treinamentos de força, com diferentes tipos de ações musculares em mulheres não treinadas. Vinte e três voluntárias, não treinadas, foram divididas em 2 grupos de treinamento de acordo com a duração das ações musculares concêntricas e excêntricas (1s:5s e 5s:1s, respectivamente). O treinamento foi realizado na cadeira extensora de joelhos durante dez semanas, o volume de treinamento variou ao longo desse período, iniciando com 3 séries de 6 repetições e terminando com 6 séries de 6 repetições a 60% de 1RM. Houve diferença significativa entre os valores dos neutrófilos 29^a sessão do treinamento ($p=0.0014$) e nos valores do pós exercício ($p=0.0170$). Quanto ao número de monócitos houve diferença significativa nos valores da 15^a sessão do treinamento em que o valor de $p=0.0001$. Houve também diferença significativa nos valores de linfócitos na 29^a sessão do treinamento em que o valor de $p=0.0168$. Conclui-se com isso que os dois métodos foram eficientes para o aumento da hipertrofia e aumento do 1RM. Não se observou diferença na distribuição dos leucócitos entre os dois métodos de treinamento estudados.

Palavras-Chave: Treinamento de força. Dano muscular. Células do sistema imune.

ABSTRACT

The strength exercises are considered a fundamental part of any kind of training, the increase of muscular strength being one of the main adaptations to this kind of training. Little is known about the responses of plasma biomarkers of muscle damage, acute and chronic strength training with durations of different muscular actions and the same duration of movement, aiming at skeletal muscle hypertrophy. The aim of the study was to characterize acute and chronic leukocyte responses after different strength training with different types of muscular actions in untrained woman. Twenty-three untrained volunteers were divided into 2 training groups according to the duration of the concentric and eccentric muscular actions (1s: 5s and 5s: 1s, respectively). The training was performed in the knee extension chair for ten weeks, training volume varied over this period, starting with 3 sets of 6 repetitions and ending with 6 sets of 6 repetitions at 60% of 1RM. There was a significant difference between the neutrophils values 29th training session ($p= 0.0014$) and the post exercise values ($p= 0.0170$). Regarding the number of monocytes, there was a significant difference in the values of the 15th session of the training in which the value of ($p= 0.0001$). There was also significant difference in lymphocyte values in the 29th session of the training in which the value of ($p=0.0168$). It was concluded that the two methods were efficient for increasing hypertrophy and increasing 1RM. There was no difference in leukocyte distribution between the two training methods studied.

Keywords: Strength training. Muscle damage. Cells of the immune system.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 METODOLOGIA	9
2.1 Amostra	9
2.1 Cuidados éticos	10
2.3 Delineamento do estudo	10
2.4 Análise estatística	13
3 RESULTADOS	14
4 DISCUSSÃO	19
5 CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS	23

Respostas leucocitárias após diferentes treinamentos de força em mulheres não treinadas

**Kadigia de Fátima Ferreira Mota
Thaís Lima Gonçalves
Kelerson Mauro de Castro Pinto**

RESUMO

Os exercícios de força são considerados parte fundamental de qualquer tipo de treinamento, sendo o aumento da força muscular uma das principais adaptações a este tipo de treinamento. Pouco se conhece sobre as respostas dos biomarcadores plasmáticos de dano muscular, agudas e crônicas do treinamento de força com durações de ações musculares diferentes e mesma duração de movimento, objetivando a hipertrofia muscular esquelética. O objetivo do estudo foi caracterizar as respostas leucocitárias agudas e crônicas, após diferentes treinamentos de força, com diferentes tipos de ações musculares em mulheres não treinadas. Vinte e três voluntárias, não treinadas, foram divididas em 2 grupos de treinamento de acordo com a duração das ações musculares concêntricas e excêntricas (1s:5s e 5s:1s, respectivamente). O treinamento foi realizado na cadeira extensora de joelhos durante dez semanas, o volume de treinamento variou ao longo desse período, iniciando com 3 séries de 6 repetições e terminando com 6 séries de 6 repetições a 60% de 1RM. Houve diferença significativa entre os valores dos neutrófilos 29^a sessão do treinamento ($p=0.0014$) e nos valores do pós exercício ($p=0.0170$). Quanto ao número de monócitos houve diferença significativa nos valores da 15^a sessão do treinamento em que o valor de $p=0.0001$. Houve também diferença significativa nos valores de linfócitos na 29^a sessão do treinamento em que o valor de $p=0.0168$. Conclui-se com isso que os dois métodos foram eficientes para o aumento da hipertrofia e aumento do 1RM. Não se observou diferença na distribuição dos leucócitos entre os dois métodos de treinamento estudados.

Palavras-Chave: Treinamento de força. Dano muscular. Células do sistema imune.

ABSTRACT

The strength exercises are considered a fundamental part of any kind of training, the increase of muscular strength being one of the main adaptations to this kind of training. Little is known about the responses of plasma biomarkers of muscle damage, acute and chronic strength training with durations of different muscular actions and the same duration of movement, aiming at skeletal muscle hypertrophy. The aim of the study was to characterize acute and chronic leukocyte responses after diferente strength training with different types of muscular actions in untrained woman. Twenty-three untrained volunteers were divided into 2 training groups according to the duration of the concentric and eccentric muscular actions (1s: 5s and 5s: 1s, respectively). The training was performed in the knee extension chair for ten weeks, training volume varied over this period, starting with 3 sets of 6 repetitions and ending with 6 sets of 6 repetitions at 60% of 1RM. There was a significant difference between the neutrophils values 29th training session ($p= 0.0014$) and the post exercise values ($p= 0.0170$). Regarding the number of monocytes, there was a

significant difference in the values of the 15th session of the training in which the value of ($p= 0.0001$). There was also significant difference in lymphocyte values in the 29th session of the training in which the value of ($p=0.0168$).

It was concluded that the two methods were efficient for increasing hypertrophy and increasing 1RM. There was no difference in leukocyte distribution between the two training methods studied.

Keywords: Strength training. Muscle damage. Cells of the immune system.

1. INTRODUÇÃO

“O treinamento de força é considerado parte vital dos programas de treinamento, pois proporciona melhoria do desempenho esportivo, prevenção de lesões, melhoria da aptidão física, hipertrofia muscular e aumento da força muscular, além de também ser empregado em programas de reabilitação” (CARDOSO *et al.*, 2012).

Inúmeros métodos de treinamento de força vêm sendo desenvolvidos com intuito de potencializar as adaptações de treinamento, tais como hipertrofia muscular e aumento da força. A sobrecarga que provoca tais respostas adaptativas resulta de uma série de respostas fisiológicas a estímulos provocados pela combinação de fatores como: carga, duração da ação muscular, pausa entre estímulos, velocidade de execução do movimento, frequência dos exercícios, número de exercícios, amplitude dos movimentos e as ações musculares (WEINECK, 2003; NEGRÃO, BARRETO, 2010).

O treinamento de força normalmente incorpora uma mistura de ações musculares, concêntrica, excêntricas e isométricas (CORMIE; NEWTON, 2011). Em estudos com ações musculares isoladas, tem-se observado que o exercício com ação muscular concêntrica produz respostas fisiológicas diferenciais, como menor dano a musculatura, do que o exercício com ação muscular excêntrica (WILLOUGHBY, 2003). Acredita-se que o estresse fisiológico causado pelo exercício de força seria o principal estímulo para a hipertrofia da fibra muscular e para que esta adaptação ocorra seria necessária uma resposta inflamatória adequada (PEAKE; NOSAKA; SUZUKI, 2010). Parte desta resposta inflamatória estaria associada à microtraumas provocadas por sobrecargas de treinamentos. Esses microtraumas, considerados danos temporários e reparáveis, resultariam em uma resposta inflamatória aguda, importante para o reparo das lesões (WEINECK, 2003; NEGRÃO; BARRETO, 2010; SILVA; MACEDO, 2011).

Diversos estudos observaram que uma das consequências da realização de exercícios físicos seriam as variações dos leucócitos, da distribuição das populações linfocitárias e da função imunológica (MARTÍNEZ; MON 1999).

Freidenreich e Volek, (2012) e Peake, Nosaka e Suzuki (2005) apontam em seus estudos, uma leucocitose imediatamente após uma sessão de exercícios de

força. A migração de neutrófilos e monócitos do sangue para o local da inflamação, mediada por um gradiente de quimiocinas e citocinas como CCL2, TNF α , IL-1 e IL-8 secretadas no sítio da lesão, compreende uma das primeiras e mais importantes etapas do processo de regeneração tecidual (ABBAS, 2006; JUNIOR, 2008).

O papel dos neutrófilos no processo de hipertrofia muscular ainda é obscuro, porém sabe-se que eles atuam de maneira preventiva, na fagocitose de microrganismos e células danificadas, e secretando quimiocinas que recrutam mais neutrófilos e monócito. Já os monócitos, por sua vez, quando no sítio da inflamação, sofrem diferenciação tornam-se macrófagos, importantes células que, além de fagocitar microrganismos e restos de células danificadas, secretam mediadores pró e anti-inflamatórios e atuam no processo de hipertrofia através da produção de IGF1 e na estimulação de células satélites (SILVA E MACEDO, 2011).

Assim, apesar do treinamento de força na musculação, ser prescrito comumente com ambas as ações musculares, concêntrica e excêntrica, e existirem diferenças nas respostas a estas ações (NOSAKA *et al.*, 2003) e apesar de vários autores apontarem a importância das respostas inflamatórias no processo de adaptação ao treinamento, pouco se sabe sobre o perfil das células do sistema imunológico, resposta aguda e crônica, ao exercício de força.

Sendo assim, esse estudo teve como objetivo caracterizar as respostas leucocitárias agudas e crônicas, após diferentes treinamentos de força, com diferentes tipos de ações musculares em mulheres não treinadas.

2 METODOLOGIA

2.1 Amostra

Foram estudadas 23 voluntárias, com idade média de $21,0 \pm 2,5$ anos, massa corporal de $58,4 \pm 7,8$ kg, estatura $161,1 \pm 5,5$ cm em média e percentual de gordura corporal medido através do método de dobras cutâneas de $24,7 \pm 4,9\%$ (JACKSON E POLLOCK, 1978). As voluntárias deveriam ser não fumantes, não fazer uso de medicamentos, exceto de contraceptivo, sem lesões musculoesqueléticas nos últimos seis meses e não estar participando de qualquer atividade que envolva o treinamento de força para membros inferiores nos últimos seis meses.

2.2 Cuidados éticos

Este estudo respeitou todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional em Saúde envolvendo pesquisas com seres humanos (Resolução 466/2012 e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos - UFMG (CAAE 30594714.0.1001.5149).

2.3 Delineamento do estudo

As voluntárias foram divididas em dois grupos de protocolos de treinamento de força no aparelho extensor de joelhos assentado. Tais protocolos foram diferenciados apenas pela duração das ações musculares excêntricas (EXC) e concêntricas (CON), mantendo a mesma duração do movimento, sendo: 1 - grupo com duração da ação muscular concêntrica (CON) de 1s e a duração da ação muscular excêntrica (EXC) de 5s (1:5) e 2 - grupo com duração da ação muscular CON de 5s e EXC de 1s (5:1).

Inicialmente à coleta e ao fim da décima semana de treinamento, ambos os dias após a realização do teste de 1RM, as voluntárias foram submetidas a exames de ressonância magnética computadorizada (RMC) do músculo quadríceps para determinação da área de secção transversa (AST). Para a realização deste exame, as voluntárias permaneceram por aproximadamente 20 minutos, em decúbito dorsal, em uma maca com as pernas totalmente estendidas e com os músculos relaxados (LIMA, 2004). As imagens axiais para a determinação da AST foram realizadas no quadríceps direito a 49%, 50% e 51% da distância entre a borda superior da patela e a espinha íliaca ântero-superior (MELNYCK *et al.*, 2009). Nas imagens foram separadas as AST dos músculos reto femoral, vastos medial, lateral e intermédio e apresentadas a média dos três resultados (citado como referência de 50%), determinadas através do *software* Osirix 5.8.

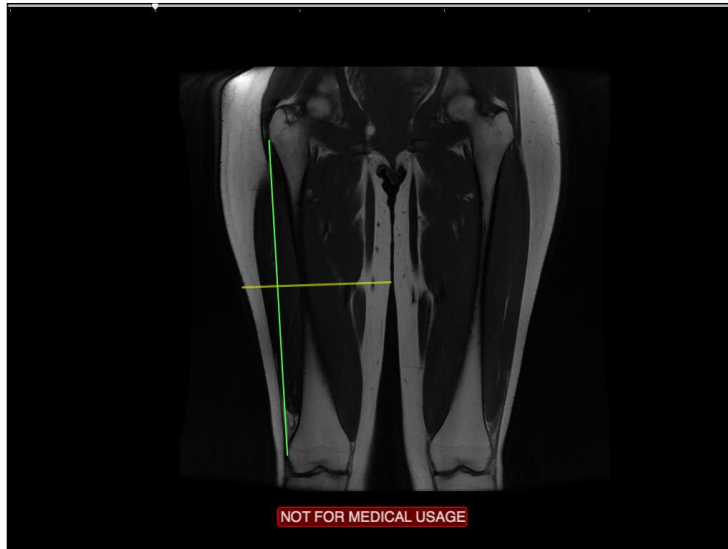


Figura1. Referência para avaliação de Ressonância Magnética do Quadríceps. Imagem obtida a partir da Ressonância Magnética Computadorizada de uma das voluntárias, para referência de posicionamento dos pontos de corte. A linha em verde mede o tamanho do fêmur e a linha amarela representa 50% da distância entre a borda superior da patela e a espinha íliaca ântero-superior.

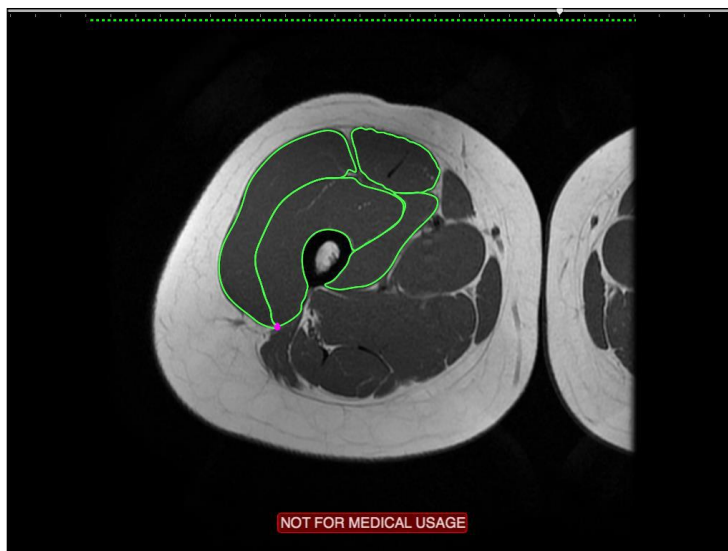


Figura2. Ressonância Magnética - Corte a 50%. Imagem obtida a partir da Ressonância Magnética Computadorizada de uma das voluntárias. Corte a 50% da distância entre a borda superior da patela e a espinha íliaca ântero-superior. Marcação realizada através o *software* Osirix 5.8 para cálculo da Área de Secção Transversa dos músculos Reto Femoral (RF), Vasto Lateral (VL), Vasto Intermédio (VI) e Vasto Medial (VM).

Em um próximo momento foi realizada o teste de 1RM segundo Diniz *et al.* (2014) sendo o mesmo repetido um semana após. Foi solicitado às voluntárias que se posicionassem de forma mais confortável possível no aparelho extensor de joelhos. Foram registrados todos os ajustes necessários para a execução do exercício, permitindo assim que este posicionamento fosse replicado em todos os procedimentos e sessões de coleta posteriores. Todos os testes e treinamentos foram realizados em banco extensor de joelhos da marca Master Equipamentos®,

que foi adaptado para permitir a realização do estudo. O aparelho mantinha um ângulo entre o encosto e o banco de 110° . Um cinto colocado próximo à crista ilíaca prendia as voluntárias junto ao banco minimizando desta forma os efeitos de movimentos compensatórios no quadril. No eixo de rotação do aparelho foi fixado um potenciômetro fixo o qual foi calibrado todos os dias de testes com a ajuda de um goniômetro manual.



Figura 3. Aparelho extensor de joelhos (a) e potenciômetro fixo no eixo de rotação (b). Fonte: Arquivo do LAMUSC, UFMG.

Tendo o desempenho de 1RM como parâmetro de classificação, as voluntárias foram subdivididas de forma balanceada em cada um dos grupos de estudo (GUILLES; PUTMAN; BELL, 2006). As voluntárias compareceram por um período de 10 semanas ao Laboratório do Treinamento em Musculação (LAMUSC), UFMG, Belo Horizonte. Os grupos realizaram protocolos de treinamento, com progressão no número de séries, iniciando com três séries nas primeiras seis sessões de treinamento, aumentando para quatro séries por mais seis sessões e finalizando com cinco séries até o final das 30 sessões de treinamento (dez semanas de treinamento), de seis repetições a 60% de 1RM (do último teste realizado antes da sessão) com pausa de 180s entre as séries, duração da repetição de 6s e diferentes durações das ações musculares. A cada duas semanas, foram realizadas novos testes de 1RM com todos os grupos experimentais antes da realização do protocolo de treinamento, para que o peso (intensidade) utilizado estivesse dentro das configurações adotadas inicialmente (EMA *et al.*, 2013). Como critério de interrupção do exercício, adotou-se a voluntária não manter a duração das ações musculares estabelecidas ou realizar uma amplitude incompleta de

movimento durante duas repetições seguidas. Para ajudar as voluntárias a manterem as durações das ações musculares durante o treinamento foi utilizado um metrônomo, acoplado a um computador portátil, que emitia estímulos auditivos e visuais.

Durante a 1^a, 15^a e a 29^a sessões de treinamento, foram colhidas amostras de dez mL sangue antes e após 30 minutos do término do treinamento. O sangue foi coletado por meio de punção venosa, na fossa antecubital, sendo utilizado uma pequena gota, em lâmina, para contagem diferencial de leucócitos das amostras pré e pós exercícios. Foram preparados esfregaços corados pelo método de Rosenfeld (1947), utilizando um microscópio óptico Nikon Eclipse E200 com ajuste de lente objetiva para 1000x. Foram contadas 100 células em cada esfregaço, estabelecendo-se o percentual de cada componente celular.

2.4 Análise estatística

Para comparação entre os valores médios das variáveis de caracterização da amostra, área de secção transversa dos músculos do quadríceps (AST) e dos testes de 1RM, o modelo utilizado foi o do delineamento inteiramente casualizado, sendo realizada análise de variância para comparação entre os grupos. No caso da AST a variável resposta foi a diferença entre o pós e o pré treinamento. Assim, além da análise de variância, para cada programa, foi feito um teste t para verificar se a média de cada grupo era estatisticamente diferente de zero.

Para a avaliação das células leucocitárias também foi considerado um delineamento inteiramente casualizado, sendo que os três fatores estudados (grupos, sessões e resposta aguda) estavam dispostos em uma estrutura de parcelas sub-subdivididas no tempo (HINKELMANN; KEMPTHORNE, 2008). Para análise dos dados foi utilizado o "*Proc Mixed*" do software SAS (LITTEL *et al.*, 1996). No caso de haver diferença significativa foi realizado o teste de Tukey para identificar onde residiam tais diferenças. O nível de significância adotado para as análises foi de $p \leq 0,05$.

3. RESULTADOS

Na tabela 1 tem-se os dados que caracterizam a amostra por grupo de treinamento. Não foi observada diferença estatística significativa entre os grupos para os resultados de força máxima (1RM) e para os demais parâmetros de caracterização da amostra.

Tabela 1. Dados médios e do desvio padrão por grupo experimental da caracterização da amostra

Grupo / Voluntárias	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	Percentual de gordura (%)	Primeiro teste 1RM (Kg)	Segundo teste 1RM (Kg)
(5:1) N = 11	20,8 ±2,0	57,3 ±8,0	160,6 ±6,0	23,8 ±4,0	34,8 ±8,0	35,6 ±8,4
(1:5) N = 12	21,3 ±1,9	59,6 ±7,7	162,1 ±5,1	25,7 ±5,9	33,8 ±6,2	34,9 ±7,0

Grupos (5:1) =5s de ação muscular concêntrica por 1s de ação muscular excêntrica e (1:5) =1s de ação muscular concêntrica por 5s de ação muscular excêntrica. 1RM= Uma repetição máxima; N = número de voluntárias; Kg = quilogramas; cm = centímetros e % percentual.

Na tabela 2, têm-se as informações que caracterizam os contraceptivos utilizados, assim como o tempo médio de uso pelas voluntárias. Destaca-se que no grupo (1:5), uma das voluntárias fazia uso de contraceptivo injetável, diferente, portanto, das demais voluntárias do estudo. Entretanto, ao realizar o estudo estatístico dos parâmetros avaliados, o contraceptivo injetável não interferiu sobre os resultados encontrados.

Tabela 2. Dados médios e do desvio padrão por grupo experimental de caracterização da amostra em relação ao tempo de uso e características dos contraceptivos.

Grupo / Voluntárias	Tempo de uso (anos)	Combinado Bifásico	Combinado Monofásico	Uso com intervalo	Uso contínuo	Injetável
(5:1) N = 11	2,7 ±1,4	1	10	9	2	0

(1:5)	2,6	1	10	7	4	1
N = 12	±1,8					

Grupos (5:1) =5s de ação muscular concêntrica por 1s de ação muscular excêntrica e (1:5) =1s de ação muscular concêntrica por 5s de ação muscular excêntrica.

Com o objetivo de verificar se os diferentes protocolos de treinamento foram seguidos pelas voluntárias, mediu-se a duração das diferentes ações musculares em todos os grupos experimentais. Na tabela 5 têm-se a média dos valores obtidos nas 1^a, 15^a e 29^a sessões de treinamento. Verificou-se que os valores medidos condiziam com os valores estipulados em cada protocolo de treinamento.

Tabela 1. Dados por grupo experimental das durações das ações musculares

Grupo	(5:1) CON	(5:1) EXC	(1:5) CON	(1:5) EXC
Média (s)	4,807	1,159	1,093	4,897
Desvio	±2,950	±0,223	±0,145	±0,257
CV (%)	6,129	19,229	13,278	5,240

Grupos (5:1) =5s de ação muscular concêntrica (CON) por 1s de ação muscular excêntrica (EXC) e (1:5) =1s de ação muscular concêntrica por 5s de ação muscular excêntrica. Média em segundos; Desvio = Desvio padrão; CV = Coeficiente de Variação e % = Percentual.

Na figura 1 têm-se os valores, em percentual, das diferenças nas medidas da área de secção transversa dos músculos que compõem o quadríceps após dez semanas treinamento. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os diferentes protocolos de treinamento ($p = 0,9268$). Para a verificação de efeito de treinamento, ou seja, hipertrofia muscular após as dez semanas de treinamento foram observadas diferenças significativas para todas as medidas ($p < 0,001$).

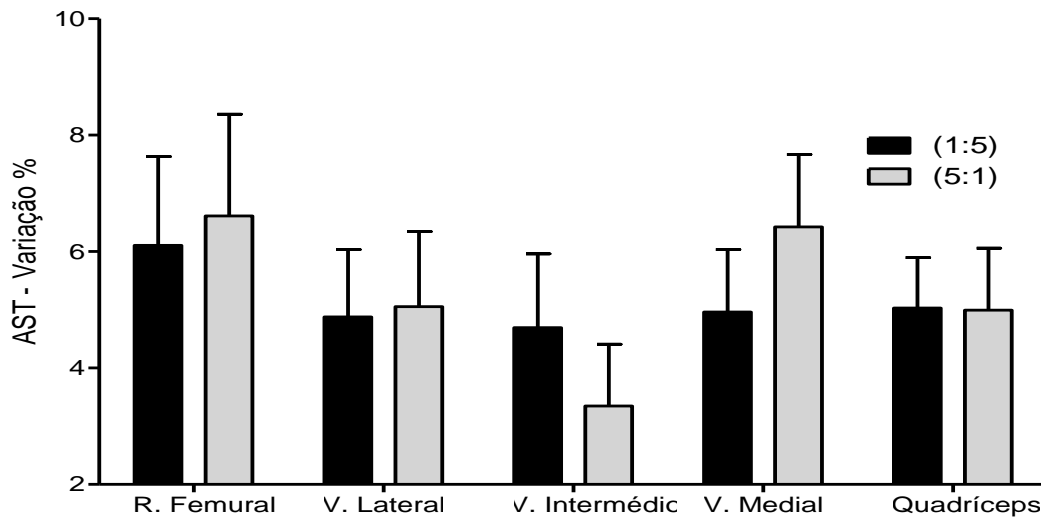


Figura 1 – Área de Secção Transversa do Quadríceps. Valores em percentual (%), da variação da área de secção transversa (AST) dos músculos que compõem o quadríceps femoral, medidas antes e depois de dez semanas de treinamento nos dois protocolos estudados (“1:5” - 1s de ação concêntrica e 5s de ação excêntrica e “5:1” - 5s de ação concêntrica e 1s de ação excêntrica). Foram observadas diferenças significativas (*), ou seja, hipertrofia muscular, para todas as medidas ($p < 0,001$).

Na figura 2, têm-se os valores para o teste de força de uma repetição máxima (1RM), realizados antes e após dez semanas de treinamento. Observou-se diferença estatística significativa entre os valores pré e após 10 semanas de treinamento, para os dois grupos estudados ($p < 0,001$), sem contudo observar diferença entre as situações experimentais.

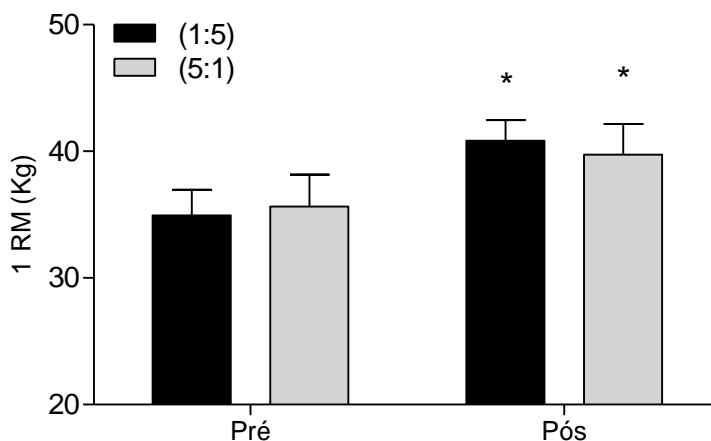


Figura 2. Uma repetição máxima (1RM). Média de uma repetição máxima em quilogramas (Kg) medidos antes do início dos treinamentos (PRÉ) e após as dez semanas de treinamento (PÓS), para os dois protocolos de treinamento estudados (“1:5” - 1s de ação concêntrica e 5s de ação excêntrica e “5:1” - 5s de ação concêntrica e 1s de ação excêntrica). * = diferença entre as medidas Pré e Pós treinamento ($p < 0,001$).

Na figura 3, têm-se os valores percentuais de neutrófilos em três momentos diferentes de treinamento, sempre sendo as medidas realizadas antes e 30 minutos após a sessão de treinamento. Observou-se um aumento percentual dos neutrófilos na última sessão de exercício comparado com a 15ª sessão ($p = 0,0054$), assim como um aumento nos valores percentuais pós exercício quando comparados ao pré exercício ($p=0,0170$).

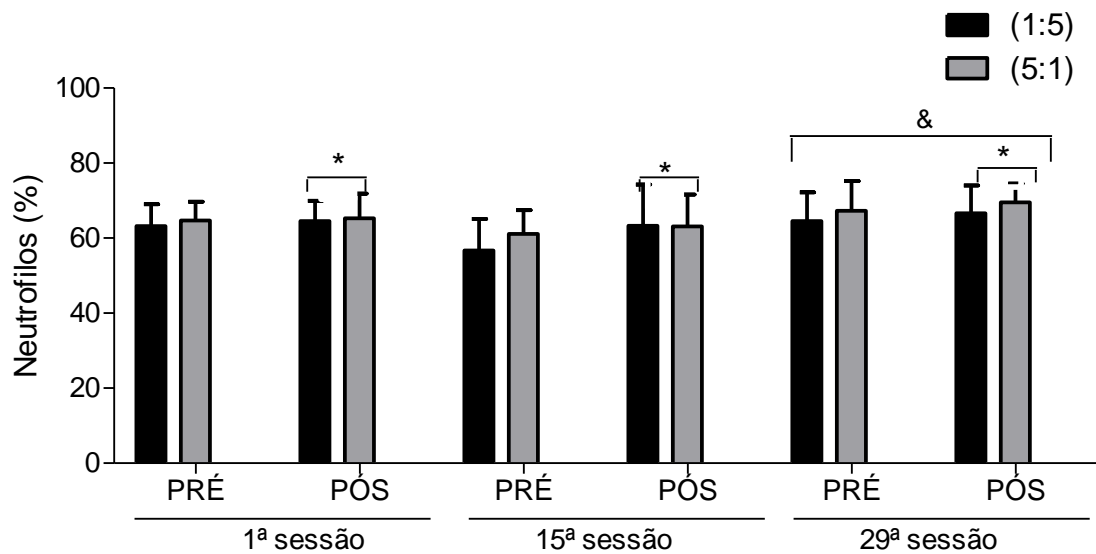


Figura 3. Neutrófilos (%). Valores em percentual (%), do número de neutrófilos. Houve diferença significativa entre os valores da 29ª sessão do treinamento (*), quando comparada a 15ª sessão do treinamento ($p=0.0014$), assim como nos valores do pós exercício (&) em relação ao pré exercício, em que o valor de $p=0.0170$.

Na figura 4, têm-se os valores percentuais dos monócitos em três momentos diferentes de treinamento. Observou-se um aumento percentual dos monócitos na décima quinta sessão de exercício ($p = 0,0001$).

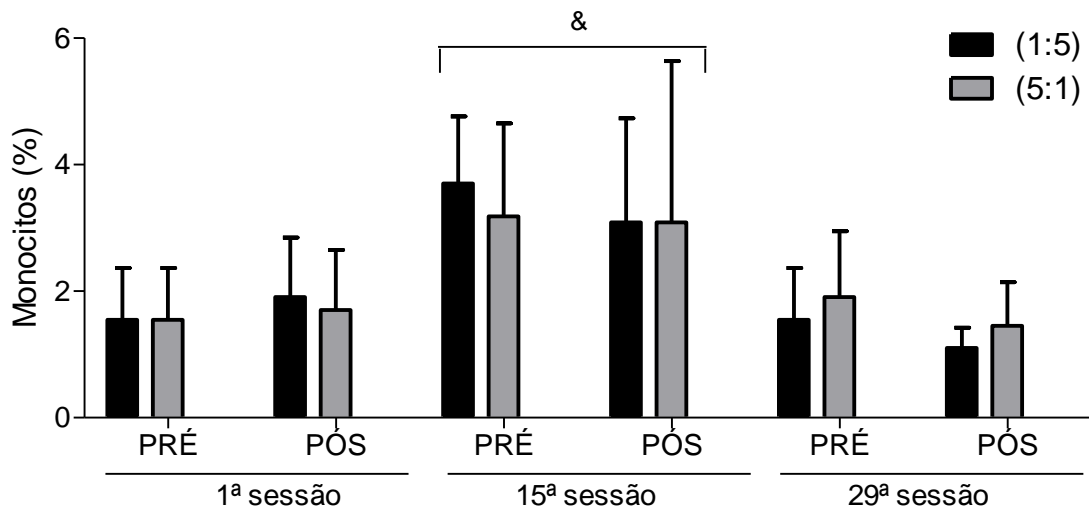


Figura 4. Monócitos (%). Valores em percentual (%), do número de monócitos. Houve diferença significativa nos valores da 15ª sessão do treinamento (&) quando comparada as demais, em que o valor de $p=0.0001$.

Na figura 5, têm-se os valores percentuais dos linfócitos em três momentos diferentes de treinamento. Observou-se uma redução do percentual dos linfócitos na última sessão de exercício ($p = 0,0168$).

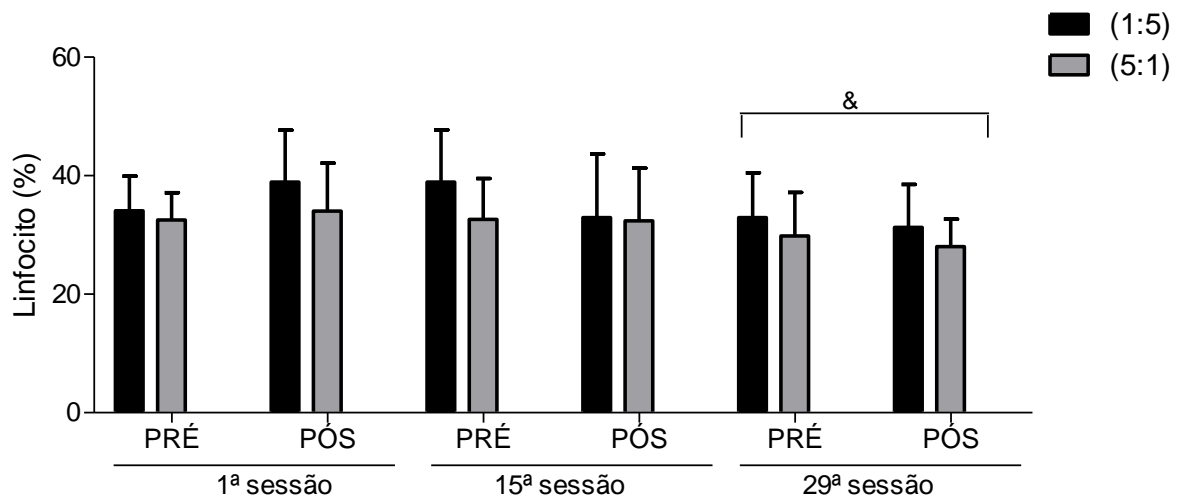


Figura 5. Linfócitos (%). Valores em percentual (%), do número de linfócitos. Houve diferença significativa nos valores da 29ª sessão do treinamento (&), quando comparada as demais, em que o valor de $p=0.0168$.

4. DISCUSSÃO

O treinamento de força é fundamental tanto para o desempenho esportivo como para a saúde, sendo suas principais adaptações o aumento da força e a hipertrofia muscular (CARDOSO *et al.*, 2012). A inflamação está envolvida nesse processo, atuando de forma a auxiliar na regeneração do tecido muscular esquelético e sua hipertrofia (CHAZAUD, 2015). Apesar de várias pesquisas apontarem a importância da resposta inflamatória no processo de hipertrofia, não existem estudos que compararam o perfil de células inflamatórias em diferentes protocolos de treinamento de força, com diferentes durações das ações musculares em mulheres não treinadas.

Segundo Kraemer *et al.* (2014), o nível de aptidão inicial de treinamento tem influência direta nas suas adaptações, por isso optou-se por uma distribuição homogênea das voluntárias em relação à força máxima, parâmetro que pode ser utilizado para tal classificação. Além disso, ao estudar o gênero feminino, vários autores já observaram influências das alterações hormonais provocadas pelo ciclo menstrual, sobre o desempenho em exercícios físicos (LEBRUN *et al.*, 1995, HORNUM *et al.*, 1997) como por exemplo um possível efeito protetor do estrogênio sobre a lesão muscular (CARTER *et al.*, 2001; THOMPSON *et al.*, 2006, CONCEIÇÃO *et al.*, 2012). A opção de selecionar mulheres usuárias de contraceptivo oral, ocorreu para se evitar grandes variações hormonais do ciclo menstrual (taxas de estrogênio e progesterona) (CARTER *et al.*, 2001).

Em relação à metodologia de treinamento proposta, com variação na duração das ações musculares, foi possível observar que as voluntárias conseguiram se adaptar aos métodos propostos, já que ficaram dentro dos parâmetros de tempo sugeridos em cada grupo de estudo, sendo os dois protocolos igualmente eficientes para o desenvolvimento de hipertrofia e de força máxima.

Segundo Zhang *et al.* (2013) e Chazaud (2015), os microtraumas produzidos pela aplicação de sobrecargas, necessárias para provocar adaptações ao treinamento, resultam em resposta inflamatória que exerce função de limpeza, reparo e desenvolvimento dos tecidos danificados (LU *et al.*, 2011; SILVA e MACEDO, 2011; ZHANG *et al.*, 2013). As células inflamatórias possuem um papel fundamental no processo altamente sincronizado de regeneração de tecidos musculares, que pode ser dividido basicamente em três fases: uma fase

degenerativa, seguida de uma fase regenerativa e uma terceira de remodelamento do tecido danificado (ZHANG *et al.*, 2013).

O dano muscular induzido pelo treinamento excêntrico tem sido relacionado com infiltração muscular de leucócitos em humanos (GIBALA *et al.*, 1995) e em ratos (LOWE *et al.*, 1995). Segundo Lieber *et al.* (1994), Lowe *et al.* (1995) e Pizza *et al.* (2002) as sub-populações leucocitárias, principalmente neutrófilos e monócitos (macrófagos) tem sido identificadas em áreas musculares danificadas depois de exercícios excêntricos em humanos e animais.

Segundo Tidball (2005), os neutrófilos são a primeira subpopulação de leucócitos a migrar para o tecido lesionado, apresentando um pico após 60 minutos do exercício, podendo perdurar por até 5 dias. A ação fagocítica dos neutrófilos é considerada ponto de partida para as respostas subsequentes de reparo e crescimento tecidual. O aumento dos neutrófilos observados após o exercício corroboram com outros estudos (que justificam este fato devido a sua ação fagocítica) como (PIZZA *et al.*, 2001) onde o exercício de força de flexão do cotovelo realizado até a exaustão, totalizando 25 repetições provocou neutrofilia significativa em homens destreinados.

Os monócitos compreendem a segunda subpopulação de leucócitos a aparecer no local danificado, devido principalmente a sua função fagocítica (TIDBALL, 2005; ZHANG *et al.* 2013). Já em relação ao comportamento dos monócitos após o exercício, evidências sugerem que a função dos macrófagos que inicialmente invadem o local lesionado (entre 24-48h) é diferente daqueles que aparecem mais tardiamente (entre 48-96h). Os últimos teriam um papel mais ativo no reparo muscular, enquanto que os primeiros teriam como principal função a remoção do tecido danificado (TIDBALL, 2005). Como não se observou diferença após o exercício, pode-se supor que o tempo escolhido para a realização da medida pode não ter sido adequado para se observar uma diferença de comportamento.

Apesar de Pizza, Baylies e Mitchell (2001), mostrarem que existe uma adaptação aos exercícios excêntricos, separados por 3 e 4 semanas de intervalo, respectivamente, reduzindo a circulação de neutrófilos e ativação de neutrófilos e macrófagos, como adaptação ao treinamento, observou-se, neste estudo, um aumento nos neutrófilos na última sessão de treinamento que poderia ser uma consequência do maior volume de exercício nesta sessão, que levaria a um maior

estresse fisiológico e mecânico. Infelizmente não se sabe opor que do comportamento dos monócitos observados na 15ª sessão de treinamento.

Blalock (1994), demonstrou comportamento bifásico dos linfócitos após o exercício. Observa-se um aumento durante e imediatamente após o esforço, especialmente, das células Natural Killer (NK), seguido de queda, que pode perdurar por várias horas (principalmente dos linfócitos T e das células NK), induzindo perda de sua capacidade funcional. Tais alterações poderiam levar a um quadro de imunossupressão transitória (GLEESON, 2007). Foi observado no presente estudo uma redução dos linfócitos na última sessão de treinamento que poderia ser associado a um maior volume, podendo gerar assim, uma diminuição no número de linfócitos, porém não sugestivo de imunossupressão. Host *et al.* (1995) e Meyer *et al.* (2004) demonstraram em seus estudos que cinco minutos após o término do exercício, a contagem de linfócitos começa a diminuir e isto se deve provavelmente ao efeito persistente do cortisol liberado durante o exercício. Em geral, quatro a seis horas depois de encerrada a atividade física e, certamente, 24 horas após o repouso, a contagem dos linfócitos volta aos níveis normais.

Como não foi observada diferença no percentual de neutrófilos, monócitos e linfócitos entre os grupos de treinamento estudados, pode-se inferir que embora a literatura cite respostas fisiológicas diferentes, em exercícios com ações musculares concêntricas e excêntricas (WILLOUGHBY, 2003; CORMIE; NEWTON, 2011), analisadas de forma isolada, neste estudo este comportamento diferenciado não foi observado. A explicação para este comportamento pode estar associada a uma subestimativa da carga de treinamento para a ação excêntrica já que a mesma era estimada pelo teste de 1RM que possui como fator limitante de desempenho a ação concêntrica.

Deve-se considerar uma limitação deste estudo o fato da análise diferencial dos leucócitos ter sido realizada por técnica manual, mesmo sendo realizada por mais de um avaliador. Desta forma não se tem informações sobre o número de células que pode ter variado após as sessões de exercício.

5. CONCLUSÃO

Não se observou diferença na distribuição dos leucócitos entre os dois métodos de treinamento de força com diferentes durações musculares para as mulheres não treinadas.

Houve aumento no percentual de neutrófilos após as sessões de exercício e na 29ª sessão de treinamento. Além disso, também foi observada uma redução dos linfócitos na última sessão de exercício.

REFERÊNCIAS

1. ABBAS, A. K. *et al.* **Imunol celular e molecular**. 6^a ed. Saunders Elsevier, 2006.
2. Blalock JE. 1994. Shared ligands and receptors as a molecular mechanism for communication between the immune and neuroendocrine systems. **Ann N Y Acad Sci** 741:292–298.
3. CARDOSO, A. M.; *et al.* Acute effects of resistance exercise and intermittent intense aerobic exercise on blood cell count and oxidative stress in trained middle-aged women. **Br J of Med and Biologi Research**, v.45, n.12, p.1172-82, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-879X2012001200010. Acesso em: 14 de Jan. 2017.
4. CARTER, A.; DOBRIDGE, J. e HACKNEY, A.C. Influence of estrogen on markers of muscle tissue damage following eccentric exercise. **Fiziol C**. v.27, n.5, p.133–7, 2001. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11680291>. Acesso em: 4 de Mar. 2017.
5. CHAZAUD, B. Inflammation during skeletal muscle regeneration and tissue remodeling: application to exercise-induced muscle damage management. **Immunology and Cell Biol**, 1–6, 2015.
6. CONCEIÇÃO, M.S.; LIBARDI, C.A.; NOGUEIRA, F.R.D.; BONGANHA, V.; GÁSPARI, A.F.; CHACON-MIKAHIL, M.P.T.; CAVAGLIERI, C.R. e MADRUGA, V.A. Effects of eccentric exercise on systemic concentrations of pro- and anti-inflammatory cytokines and prostaglandin (E2): comparison between young and postmenopausal women. **J Appl Physiol**, 112:3205–3213, 2012.
7. CORMIE, P.; McGUIGAN, M.R. e NEWTON, R.U. Developing Maximal and Neuromuscular Power: Part1 – Biological Basis of Maximal Power Production. **S Medicine**, v.41, n.1, p.17-38, 2011.

8. DINIZ, R.C. R.; et al. Repetition duration influences ratings of perceived exertion. **Perceptual and M Skills**, v.118, n.1, p.261-73, 2014. Disponível em: <http://www.eeffto.ufmg.br/eeffto/DATA/UserFiles/files/Perceptual%202014.pdf> Acesso em: 21 de Dez. 2016.
9. EMA, R.; et al. Inhomogeneous architectural changes of the quadriceps femoris induced by resistance training. **J Appl Physiol**, v.113, n. 11, p.2691-703, 2013. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00421-013-2700-1>. Acesso em: 21 de Dez. 2016 ,
10. FREIDENREICH, J. D.; VOLEK, J. S. Immune responses to resistance exercise. **Exercise Immunol R**, v.18, n.18, p.8-41, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22876721>. Acesso em: 8 de Dez. 2016
11. GILLIES, E.M.; PUTMAN, C.T. e BELL, G.J. The effect of varying the time of concentric and eccentric muscle actions during resistance training on skeletal muscle adaptations in women. **J Appl Physiol**, v.97, p. 443–453, 2006.
12. GLEESON M. Immune function in sport and exercise. **J Appl Physiol**, v.103, n.103, p.693-9, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17303714>. Acesso em 8 de Dez 2016.
13. HINKELMANN, K. e KEMPTHORNE, O. **Design and Anal of Experiments**. V.1, Hoboken: John Wiley & Sons, 2008. 631p.
14. HORNUM, M.; COOPER, D.M.; BRASEL, J.A.; BUENO, A. e SIETSENA, K.E. Exercise induced changes in circulation growth factors with cyclic variation in plasma estradiol in women. **J Appl Physiol**. v.82, n.4, p.1946-51, 1997.
15. JACKSON, A.S. e POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, v.40, p.497-504, 1978. JACKSON, M.J. Reactive oxygen species and redox-regulation of skeletal muscle adaptations to exercise, **Philosophical Transactions of the Royal S B**, v. 360, n. 1464, p. 2285–2291, 2005.
16. JUNIOR, D. M. et al. Aspectos celulares e moleculares da inflamação. **R Br de Medicina**, A10, n.3, p.66-81, 2008. Disponível em: http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?fase=r003&id_materia=4053. Acesso em 21 de Dez 2016.
17. KRAEMER W. J.; et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression model in resistance training for healthy adults. **Med and Science**

- in Sports and Exercise**. v.34, n.2, p.364-80, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19204579>. Acesso em 21 de Dez. 2016.
18. LEBRUN, C.M.; MCKENZIE, D.C.; PRIOR, J.C.; e TAUNTON, J.E. Effects of menstrual cycle phase on athletic performance. **Med and Science in Sports and Exercise**, v.27, n.3, p.437-44, 1995.
19. LEMURA, L. M. **Fisiologia do Exercício Clínico: aplicações e princípios fisiológicos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
20. LITTELL, R.C.; *et al.* **SAS® System for Mixed Models**. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1996.
21. LU, H.; HUANG, D.; RANSOHOFF, R.M. e ZHOU, L. Acute skeletal muscle injury: CCL2 expression by both monocytes and injured muscle is required for repair. **FASEB J**. 25,3344–3355, 2011a.
22. MARTÍNEZ A. C.; MON M. A. O sistema imunológico (I): Conceitos gerais, adaptação ao exercício físico e implicações clínicas. **R Br de Med do Esporte**, v.5, n.3, 1999. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-86921999000300010&script=sci_arttext. Acesso em 9 de Dez. 2016.
23. MELNYK, J.A.; ROGERS, M.A. e HURLEY, B.F. Effects of strength training and detraining on regional muscle young and older men and women. **J Appl Physiol**, n.105, p.929–938, 2009.
24. NEGRÃO, C. E.; BARRETTO, A.C.P. **Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata**. 3ª Ed, Barueri: Ed. Manole, 2010.
25. NEUMANN, D.A. **Cinesiologia do Aparelho Musculoesquelético: fundamentos para reabilitação física**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
26. NEWTON, M; *et al.* Comparison of responses to strenuous eccentric exercise of the elbow flexors between resistance-trained and untrained men. **J streng and conditional Research**. v.22, n. 2, p.597-607, 2008. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18550979>. Acesso em 9 de Dez de 2016.
27. NOSAKA, K.; *et al.* Muscle damage in resistance training. **J Sports Health and Science**, v.22, n.1, p.1-8, 2003. Disponível em: <http://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=4450&context=ecuworks>. Acesso em : 21 de Dez de 2016.

28. PEAKE, J.M; NOSAKA, K.; SUZUKI, K. Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. **Exercise Immunology Review**, v.11, n.11, p.64-85, 2005. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16385845>. Acesso em: 14 de Jan. 2017.
29. PEDERSEN, B. K.; ROHDE, T., OSTROWSKI, K. Recovery of the immune system after exercise. **Acta Physiol Scand**, v.162, n.3, p.325-32, 1998. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9578378>. Acesso em: 14 de Jan. 2017.
30. PIZZA, F.X.; BAYLIES, H.; MITCHELLI, J.B. Adaptation to eccentric exercise: neutrophils and E-selectin during early recovery. **J Appl Physiol**, v.26, p.245-53, 2001.
31. PIZZA, F.X.; et al. Adaptation to eccentric exercise: effect on CD64 and CD11b/CD18 expression. **J Appl Physiol**, v.80, p.47-55, 1996.
32. PLOWMAN, S. A. **Fisiologia do exercício para saúde, aptidão e desempenho**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.
33. ROSENFELD, G. Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica. Nova combinação dos componentes do May-Grunwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. **Mem. Inst. Butantan**, 20:329-334, 1947. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v16n2/v16n2a08>. Acesso em: 22 de março de 2017.
34. ROTH, S.; GAJDOSIK, R.; RUBY, B.C. Effects of circulating estradiol on exercise-induced creatine kinase activity. **J Exercise Physiology**, v.4, n.2, May, 2001.
35. SILVA, F. O. C.; MACEDO, D. V.; Exercício físico, processo inflamatório e adaptação: uma visão geral. **R Br de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.13, n.4, p.320-8, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-00372011000400012. Acesso em: 2 de Dez. 2016.
36. SMITH, L. L. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? **Med and Science in Sports and Exercise**, v.32, n.2, p.317-31, 2000. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10694113>. Acesso em: 3 de Jan. 2017

37. STUPKA, N.; *et al.* Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. **J Appl Physiol**. v.89, p.2325-32, 2000.
38. THOMPSON, H.S.; SCORDILIS, S.P. e DE SOUZA, M.J. Serum creatine kinase activity varies with ovulatory status in regularly exercising, premenopausal women. **Horm Res.**; v.65, p.151-8, 2006.
39. TIDBALL, J.G. Inflammatory processes in muscle injury and repair. **J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, p.:R345-R353, 2005.
40. TIIDUS, P.M. Can oestrogen influence skeletal muscle damage, inflammation, and repair? **Br J Sports Med**. v.39, p;251–3, 2005.
41. WEINECK, J. **Treinamento Ideal**. 9ª Edição. Barueri – SP: Editora Manole, 2003.
42. WILLOUGHBY, D.S.; VANENK, C. e TAYLOR, L. Effects of concentric and eccentric contractions on exercise induced muscle injury, inflammation and serum IL6. **J Exercise Physiol** (online), v.6, n.4, 2003. November, 2003.
43. ZHANG, C.; LI, Y.; WU, Y.; WANG, X. e DU, J. Interleukin-6/signal transducer and activator of transcription(STAT3) pathway is essencial for macrophage infiltration and myoblast proliferati on during muscle regeneration. **J Biol Chem**. Jan 18; 288(3):1489-99, 2013.