

# COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES MODELOS DE PERIODIZAÇÃO SOBRE A FORÇA E ESPESSURA MUSCULAR EM UMA SEQUÊNCIA DOS MENORES PARA OS MAIORES GRUPAMENTOS MUSCULARES

CIÊNCIAS DO EXERCÍCIO  
E DO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

COMPARISON BETWEEN DIFFERENT PERIODIZATION MODELS ON MUSCULAR STRENGTH AND THICKNESS IN A MUSCLE GROUP INCREASING SEQUENCE

Juliano Spinetti<sup>1,3</sup>  
Tiago Figueiredo<sup>1,2,3,4</sup>  
Belmiro Freitas de Salles<sup>1</sup>  
Marcio Assis<sup>5</sup>  
Liliani Fernandes<sup>1</sup>  
Jefferson Novaes<sup>1</sup>  
Roberto Simão<sup>1</sup>

1. Universidade Federal do Rio de Janeiro. RJ, Brasil.
2. Universidade Gama Filho. RJ, Brasil.
3. Universidade Trás os Montes e Alto Douro. Portugal.
4. Universidade Estácio de Sá.
5. Departamento de Fisiologia do Exercício – Fluminense Football Club. RJ, Brasil.

## Correspondência:

Departamento de Ginástica da Escola de Educação Física e Desportos. Universidade Federal do Rio de Janeiro.  
Av. Pau Brasil, 540, Ilha do Fundão 21941-901 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
juliano.spinetti@hotmail.com

## RESUMO

**Introdução:** Estudos comparando modelos de periodização em sequências de treinamento resistido (TR) realizadas do menor para o maior grupo muscular sobre as alterações musculares em indivíduos destreinados em TR são escassos. **Objetivo:** Comparar o efeito da periodização ondulatória (PO) e da periodização linear (PL) sobre a força máxima e hipertrofia muscular em uma sequência de execução dos exercícios dos menores para os maiores grupamentos musculares. **Métodos:** Vinte e nove homens não experientes em (TR) foram distribuídos aleatoriamente em três grupos: PO (n = 10), PL (n = 13) e grupo controle (GC, n = 9). Os indivíduos realizaram o teste de uma repetição máxima (1RM) nos exercícios rosca bíceps (RB), rosca tríceps (RT), puxada aberta (PA) e supino reto (SR), contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e espessura muscular (EM) para flexores de cotovelo (FC) e extensores de cotovelo (EC) antes e após o período de 12 semanas de treinamento. O grupo PO variou o volume e a intensidade do treinamento diariamente, e o grupo PL a cada quatro semanas. O GC não realizou TR. Foi realizada uma ANOVA de dois caminhos com medidas repetidas, e cálculo do tamanho do efeito (TE), nas cargas obtidas para analisar o efeito do tratamento sobre as variações pré- e pós-período de TR. **Resultados:** Os principais achados do estudo foram: 1) o grupo PO apresentou maior TE para 1RM dos exercícios RT e RB e para EM dos FC e EC quando comparado ao grupo PL; 2) não houve diferença no TE para os exercícios SR e PA que finalizavam a sessão. **Conclusão:** Ambos os modelos de periodização adotados foram eficientes para promover aumentos de força e hipertrofia muscular. Contudo, segundo o cálculo do TE, a PO promoveu maior incremento da força máxima nos exercícios que iniciaram a sessão e hipertrofia muscular.

**Palavras-chave:** treinamento resistido, testes de força, hipertrofia muscular, periodização.

## ABSTRACT

**Introduction:** Studies comparing periodization models in sequences that begin with small muscle group and progressed toward large muscle group in untrained subjects in resistance training are scarce. **Objective:** The purpose of this study was to compare the effects of ondulatory periodization and linear periodization models on maximum strength and muscular hypertrophy in a muscle group increasing exercise sequence. **Methods:** Twenty-nine men with no experience in RT were randomly assigned into three groups: ondulatory periodization (OP, n = 10), linear periodization (LP, n = 13), and control group (CG, n = 9). The individuals performed 1RM tests in four exercises: biceps curl (BC), triceps extension (TE), lat pull down (LPD) and bench press (BP) and evaluations of maximum voluntary isometric contraction (MVIC), muscle thickness of elbow flexors (EF) and elbow extensors (EE) before and after the 12 weeks of training were carried out. The OP group varied in volume and intensity on a daily basis, while LP group varied every four weeks. The CG did not perform ST. A two-way ANOVA with repeated measures and the effect size (ES) were used to analyze muscle thickness, 1RM load improvement in each of the four exercises and the MVIC between groups. **Results:** The major findings of this study were: 1) OP showed major ES for 1RM of BC and TE and for muscle thickness of EF and EE when compared with LP. 3) The ES data did not show significant differences for BP and LPD which finished the training session. **Conclusions:** We conclude that both periodization models were efficient at improving strength gains and muscular growth. However, ES data show that OP promotes major gains in strength for exercises that are positioned at the beginning of the session and hypertrophy.

**Keywords:** resistance training, strength testing, muscle hypertrophy, periodization.

Recebido em 26/04/2012, aprovado em 30/01/2013.

## INTRODUÇÃO

Periodização do treinamento físico refere-se à manipulação das variáveis metodológicas do treinamento físico divididas em fases lógicas, e tem por objetivo realizar ajustes específicos para o aumento do desempenho físico e prevenir o excesso de treinamento<sup>1</sup>. A utilização da periodização no treinamento resistido (TR) ganhou considerável popularidade nos últimos anos. Atualmente, atletas de elite, fisiculturistas e frequentadores de academias de ginástica utilizam a periodização do treinamento físico no TR, com o objetivo de melhorar o desempenho<sup>2,3</sup>. No que se refere ao aumento da força muscular, ao comparar programas de TR com periodização linear (PL, que realiza variações no volume e na intensidade do treinamento em períodos mensais) e programas não periodizados (que não apresentam variações de intensidade, número de séries e repetições e intervalo de recuperação entre séries e exercícios) foram observados maiores ganhos de força após a realização de programas de TR realizados com PL, quando comparados a programas não periodizados<sup>1</sup>.

Além da comparação da PL e programas não periodizados, outros autores<sup>4-7</sup> avaliaram novas formas de alternar as variáveis do TR com um modelo de periodização que foi denominado periodização ondulatória (PO). A hipótese da PO é que a maior frequência de alternância de volume e intensidade (realizada a cada sessão) proporciona mudanças de estímulos mais frequentes, fazendo que o sistema neuromuscular se adapte a cada sessão de treinamento e evite a estagnação do incremento da força muscular<sup>6</sup>. Alguns estudos que compararam os efeitos da PL e PO demonstraram maiores ganhos de força, potência muscular e resistência muscular localizada, em programas de PO quando comparados a programas de PL<sup>4,6,8-10</sup>; porém, outros estudos não demonstraram diferenças significativas entre os dois sistemas<sup>5,7,11</sup>. Os maiores ganhos de força máxima encontrados em programas com PO são atribuídos à maior manipulação do volume e intensidade do treinamento, que permite uma melhor relação estímulo/recuperação e prevenção de excesso de treinamento físico, que pode ser ocasionado pelo aumento linear da intensidade do treinamento utilizado na PL<sup>1,4,6,8,10,12-15</sup>. Já os estudos que não encontraram diferenças entre a PL e a PO atribuem os ganhos de força ao volume total de treinamento físico e sugerem que a PL seja utilizada em programas de treinamento que tenham como objetivo um pico de desempenho físico<sup>7,11</sup>.

Estudos recentes<sup>5-7</sup> dos modelos de PL e PO indicam a necessidade de novas investigações, principalmente quando se comparam os modelos previamente descritos. Adicionalmente, estudos comparando modelos de periodização em indivíduos destreinados em TR são escassos, e poucos estudos verificaram as alterações musculares como o volume muscular<sup>5,9</sup>. Outro ponto importante é que todos os estudos que compararam modelos de periodização utilizaram sessões com sequências de exercícios seguindo do maior para o menor grupo muscular<sup>5,7,9</sup> e a ordem dos exercícios pode interferir no aumento da força muscular<sup>16</sup>. Desta forma, nenhum estudo anterior verificou a influência da PL e da PO em uma sequência do menor para o maior grupo muscular; portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar o efeito da PO e PL sobre a força máxima e hipertrofia muscular em uma sequência de execução dos exercícios dos menores para os maiores grupamentos musculares. Nossa hipótese é que a PO será mais eficiente que a PL para a melhora das variáveis dependentes analisadas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

Trinta e dois homens, alunos do curso de formação de sargento da Marinha do Brasil, foram aleatoriamente distribuídos em três grupos. Todos eram fisicamente ativos e realizavam exercícios físicos de calistenia e aeróbicos. Todos os indivíduos relataram não ter experiência em TR. O fato dos indivíduos estarem participando do curso de formação de sargentos da Marinha do Brasil foi importante para que os indivíduos tivessem uma rotina diária semelhante durante o período de estudo. O primeiro grupo (PO, n = 10) treinou utilizando PO com variação diária da sobrecarga e do número de repetições máximas (RM). O segundo grupo (PL, n = 13) utilizou a PL, começando entre 12 e 15 RM nas primeiras semanas de treinamento e terminando com 3 a 5 RM nas últimas quatro semanas. O terceiro foi o grupo controle (GC, n = 9) que continuou executando o programa de atividade física militar regular durante o período de 12 semanas, mas não realizou o programa de TR. A comparação dos resultados do GC foi importante para verificar se o treinamento físico militar interferiu de forma significativa na força máxima e hipertrofia muscular.

Os critérios de inclusão do estudo foram: a) ser fisicamente ativo, mas não possuir experiência em TR; b) ser militar e aluno do curso de formação de sargento durante o protocolo experimental; c) não executar nenhum tipo de atividade física regular durante o período de estudo, com exceção do TR prescrito e o treinamento físico militar; d) não ter nenhuma limitação funcional para o TR ou para execução do teste de 1RM; e) não apresentar nenhuma condição médica que pudesse influenciar no programa de treinamento físico; f) não usar nenhuma suplementação nutricional durante o período de estudo.

Todos os participantes assinaram um termo de consentimento para participação em pesquisa e foram informados dos procedimentos dos testes e do protocolo de treinamento a ser executado durante o período de estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital Clementino Fraga Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil, com protocolo número 014/018.

### Teste de uma repetição máxima (1RM)

Após duas semanas de familiarização com os exercícios da sessão de TR, o que totalizou quatro sessões, todos os participantes realizaram duas sessões de teste de 1RM com intervalo de 48 a 72 horas entre as sessões. Os testes de 1RM foram executados para todos os exercícios usando uma ordem alternada. Os exercícios avaliados foram os mesmos utilizados no programa de treinamento: rosca bíceps em pé com barra reta (RB), rosca tríceps em pé na polia alta (RT), puxada aberta pela frente na polia alta (PA) e supino reto (SR). No primeiro dia foram executados os testes de 1RM e 48 a 72 horas após os testes foram repetidos para determinar a reprodutibilidade das cargas. A maior carga obtida nos testes foi utilizada para a análise estatística. Com o objetivo de não interferir nos resultados, nenhum exercício foi realizado entre os testes de 1RM. O protocolo do teste de 1RM foi descrito previamente<sup>17</sup>.

Para minimizar os erros durante os testes de 1RM, as seguintes estratégias foram adotadas: a) instruções padronizadas sobre os procedimentos de teste foram fornecidas aos participantes; b) os participantes receberam instruções sobre a técnica de execução dos exercícios; c) todos os indivíduos receberam estímulos verbais durante os testes; d) o peso de todas as anilhas, placas e barras utilizadas foram verificados em uma balança de precisão. A carga de 1RM foi determinada através de, no máximo, cinco tentativas para cada

exercício, com um intervalo de cinco minutos entre as tentativas e 10 minutos entre os exercícios. Após as 12 semanas de treinamento, o teste de 1RM foi conduzido de forma similar ao momento pré-treinamento com objetivo de comparar com as cargas obtidas no pré-teste.

### Contração isométrica voluntária máxima (CIVM)

O teste de contração CIVM foi previamente descrito<sup>18,19</sup>. Foi utilizado um teste isométrico de carga máxima para os flexores do cotovelo (FC) e extensores de cotovelo (EC). Para os FC, os indivíduos permaneciam sentados com o cotovelo direito flexionado a 90 graus. Já para os EC, o indivíduo ficava em decúbito dorsal com o ombro e cotovelo direito flexionado a 90 graus. Após comando verbal, o indivíduo realizava a CIVM por um período de oito segundos. A carga máxima considerada foi o valor máximo obtido no teste, medido em quilogramas-força. O punho estava envolto por uma cinta fixa presa a um cabo rígido e inextensível, conectado ao transdutor de força fixo no chão.

### Medidas de espessura muscular

Para avaliação da espessura muscular (EM) foi utilizado um aparelho de ultrassonografia (US) modelo EUB-405, com transdutor linear e matriz de 512 elementos, com frequência de excitação de 7,5 MHz, resolução de profundidade de 65 mm e resolução lateral de 80,3 mm. Foi utilizado gel para o acoplamento acústico e para evitar a depressão da superfície da pele. Com os indivíduos em pé e com os braços relaxados ao longo do corpo, foi medida a circunferência do braço direito (CIR), a 60% do comprimento do braço (L), definido como a distância entre o processo do acrómio da escápula e o epicôndilo lateral do úmero. O transdutor foi acoplado transversalmente ao segmento para medir as espessuras dos flexores e extensores primários do braço anterior e posterior, respectivamente<sup>20</sup>. A EM foi considerada como a distância entre as interfaces do tecido muscular com o tecido ósseo e adiposo<sup>20,21</sup>, calculada com recursos do aparelho, condicionada à escolha da imagem com a melhor visualização. A medida da EM foi feita duas vezes consecutivas e a média foi utilizada para análise de dados.

### Protocolo de treinamento

Após a obtenção das cargas em 1RM nos exercícios RB, RT, PA e SR, os sujeitos foram divididos aleatoriamente em um dos três grupos (PO, PL ou GC). Cada um dos grupos treinados (PO e PL) foi caracterizado pela forma de variação do volume e da intensidade do treinamento (tabela 1).

Um professor de educação física com experiência em TR supervisionou todas as sessões de treinamento. A frequência do programa de treinamento foi de duas sessões semanais com um intervalo de 72 horas entre as sessões, sendo totalizadas 24 sessões durante um período de 12 semanas, todas ocorrendo entre sete e oito horas da manhã. A análise dos dados foi realizada somente dos indivíduos que completaram as 24 sessões de treinamento.

Durante o programa de treinamento foram utilizados os mesmos exercícios executados na seguinte ordem para ambos os grupos: RB, RT, PA e SR. Os modelos de periodização sugeridos para o estudo foram aplicados a todos os exercícios. Sempre que os indivíduos realizavam mais repetições que as previstas para as séries de um exercício, a carga era incrementada para aquele exercício específico. Antes de cada sessão de treinamento, os sujeitos realizavam um aquecimento específico, incluindo 20 repetições com uma carga de 50% da utilizada no primeiro exercício da sessão. Durante a execução

dos exercícios, os sujeitos foram encorajados verbalmente no decorrer de todas as séries para realizarem a série até a falha concêntrica. A técnica do movimento utilizada durante os testes de 1RM foi definida como padrão para que uma repetição fosse realizada com sucesso. A velocidade de execução da repetição não foi controlada, mas os participantes foram orientados a manter uma velocidade em que a técnica de execução não fosse modificada. A adesão ao programa de treinamento foi de 100%. Porém, apenas 90,1% participaram de todas as avaliações. Dos que não participaram, dois indivíduos pertenciam ao grupo PL e dois indivíduos pertenciam ao GC.

**Tabela 1.** Dinâmica dos programas de treinamento dos grupos experimentais ao longo de 12 semanas de treinamento.

Grupo	Duração do ciclo	Tipo de força	Séries x RM	Recuperação
PO	Terça-feira	Resistência	2 x 12RM – 15RM	1 min
	Sexta-feira	Hipertrofia	3 x 8RM – 10RM	2 min
	Terça-feira	Força máxima	4 x 3RM – 5RM	3 min
PL	Semanas 1 – 4	Resistência	2 x 12RM – 15RM	1 min
	Semanas 5 – 8	Hipertrofia	3 x 8RM – 10RM	2 min
	Semanas 9 – 12	Força máxima	4 x 3RM – 5RM	3 min

PO = periodização ondulatória; PL = periodização linear; RM = repetições máximas; min = minutos.

### Tratamento estatístico

A reprodutibilidade dos testes de 1RM foi determinada pelo coeficiente de correlação intraclasse (CCI). A análise estatística foi inicialmente feita pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk e pelo teste de Bartlett para verificar a homocedasticidade dos grupos. Todas as variáveis apresentaram distribuição normal e homocedasticidade. Em seguida, uma ANOVA de dois caminhos com medidas repetidas 2 x 3 (pré-pós x grupos) (tempo [pré-treino versus 12 semanas de treinamento] x grupos [PO versus PL versus GC]) foi utilizada para verificar se houve diferença entre pré- e pós-treinamento sobre os testes de 1RM, CIVM e EM entre grupos. Quando necessário, as análises foram executadas usando o teste *post-hoc Fisher's protected test for least significant differences* (LSD). O cálculo do tamanho do efeito sobre o teste de 1RM, CIVM e EM foi realizado de acordo com a diferença, entre as médias pré- e pós-teste, dividida pelo desvio padrão pré-teste<sup>22</sup>. A escala proposta por Rhea<sup>23</sup> foi aplicada para a classificação da magnitude do tamanho do efeito da força máxima, CIVM e EM. O teste *t* foi utilizado para analisar diferenças entre a carga total mobilizada (repetições x carga) e o número de repetições total (séries x repetições) em ambos os programas de treinamento. Em todos os casos adotou-se como nível de significância  $p < 0,05$ . Os dados foram analisados no *software Statistica* versão 7.0 (Statsoft, Inc., Tulsa, OK).

### RESULTADOS

Na tabela 2 são apresentados os dados da descrição da amostra no pré-treinamento.

**Tabela 2.** Avaliações pré-treino (média ± DP).

Grupos	PO	PL	GC	Valor de P
Idade (anos)	30,5 ± 1,7	29,1 ± 2,9	25,9 ± 3,5	0,06
Estatura (cm)	173,0 ± 6,5	175,9 ± 7,1	171,0 ± 5	0,26
MC (kg)	81,8 ± 15,4	78,4 ± 9,0	73,9 ± 9,9	0,34
% Gordura	17,2 ± 6,1	13,6 ± 3,3	15,3 ± 6,9	0,28
1RMRB (kg)	35,1 ± 5,4	32,6 ± 4,9	34,0 ± 4,1	0,68
1RMRT (kg)	32,7 ± 4,4	36,7 ± 6,2	34,7 ± 3,1	0,18
1RMPA (kg)	82,5 ± 13,0	86,7 ± 9,4	86,6 ± 11,0	0,47
1RMSR (kg)	70,0 ± 16,1	70,3 ± 13,7	71,6 ± 8,9	0,91
CIVMFC (kg)	32,7 ± 3,2	33,3 ± 5,5	29,8 ± 4,4	0,19
CIVMEC (kg)	21,6 ± 6,4	21,3 ± 4,3	20,3 ± 2,9	0,76
EMFC (mm)	38,4 ± 4,0	36,8 ± 4,8	36,6 ± 4,6	0,58
EMEC (mm)	36,5 ± 2,1	34,4 ± 5,7	32,5 ± 4,8	0,17

MC=massa corporal; PO=periodização ondulatória; PL=periodização linear; GC=grupo controle; 1RMSR=teste 1RM supino reto; 1RMPA=teste 1RM puxada aberta; 1RMRT=teste 1RM rosca tríceps; 1RMRB=teste 1RM rosca bíceps; CIVMFC=contração isométrica voluntária máxima flexores de cotovelo; CIVMEC=contração isométrica voluntária máxima extensores de cotovelo; EMFC=espessura muscular flexores de cotovelo; EMEC=espessura muscular extensores de cotovelo.

### Teste de 1RM

Os resultados da reprodutibilidade das cargas obtidas nos testes de 1RM demonstraram altos CCI para o teste antes do treinamento para PO (SR  $r = 0,92$ , PA  $r = 0,90$ , RT  $r = 0,97$  e RB  $r = 0,99$ ), PL (SR  $r = 0,94$ , PA  $r = 0,92$ , RT  $r = 0,95$  e RB  $r = 0,95$ ), e GC (SR  $r = 0,94$ , PA  $r = 0,96$ , RT  $r = 0,92$  e RB  $r = 0,93$ ). Nos testes pós-treinamento também foram encontrados altos CCI para os três grupos: PO (SR  $r = 0,96$ , PA  $r = 0,94$ , RT  $r = 0,96$  e RB  $r = 0,94$ ), PL (SR  $r = 0,95$ , PA  $r = 0,94$ , RT  $r = 0,93$  e RB  $r = 0,95$ ) e GC (SR  $r = 0,95$ , PA  $r = 0,95$ , RT  $r = 0,94$  e RB  $r = 0,95$ ). Após 12 semanas, ambos os grupos de treinamento apresentaram aumentos significativos em relação às medidas pré-treinamento, porém não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos de treinamento. O grupo PO foi superior ao GC nos testes para RB e RT, e o grupo PL foi superior ao GC no teste de RT (figuras 1 e 2).

### Repetições totais e carga total mobilizada

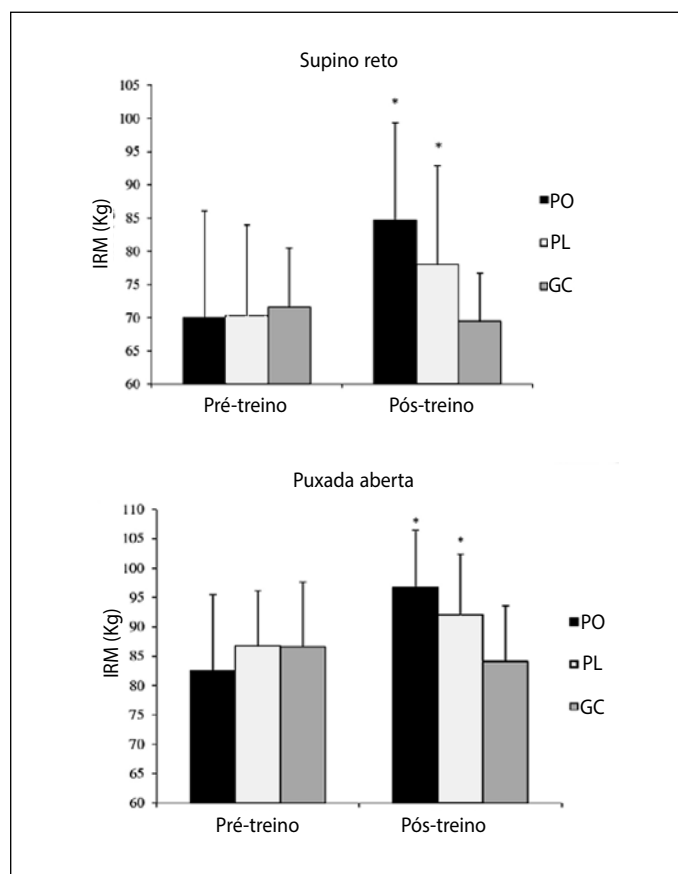
O volume total de repetições foi semelhante entre os grupos de treinamento com  $2.894 \pm 107$  e  $2.970 \pm 111$  repetições para PO e PL, respectivamente. Não foram encontradas diferenças para a média da carga total mobilizada entre PO e PL ( $369.025 \pm 119.611$  e  $367.820 \pm 144.027$ , respectivamente).

### Contração isométrica voluntária máxima

Após 12 semanas, ambos os grupos de treinamento obtiveram incrementos significativos para flexão do cotovelo (FC) e extensão do cotovelo (EC). Entretanto, não houve diferenças significativas entre os grupos de treinamento. Ambos os grupos de treinamento foram superiores ao GC para as medidas pós-treinamento de FC; contudo, apenas PO foi superior ao GC para o teste de EC (figura 3).

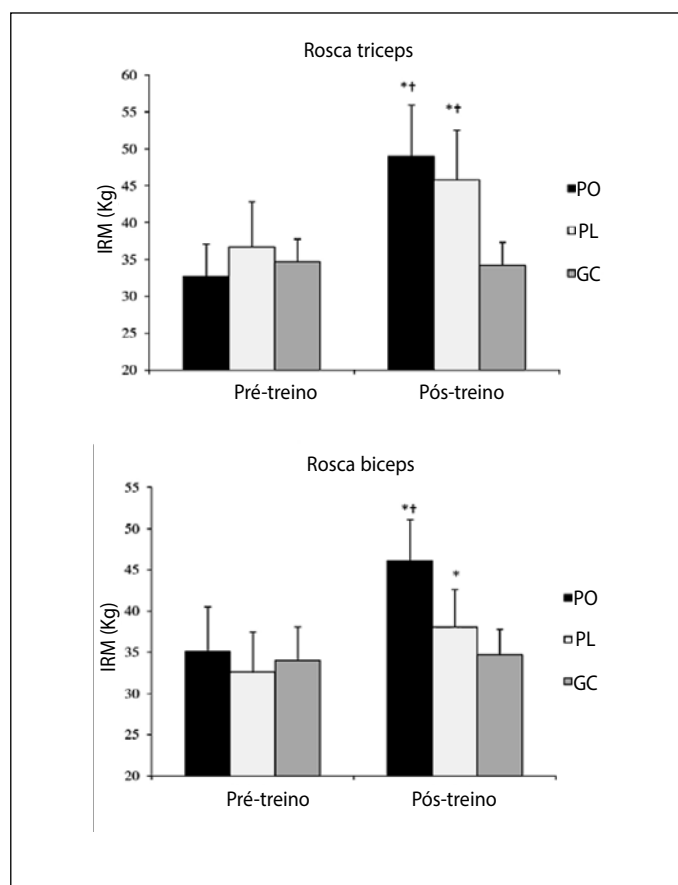
### Espessura muscular (EM)

A PO aumentou de forma significativa a EM dos FC e EC, o grupo PL aumentou significativamente a EM dos EC, porém não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos de treinamento (figura 4).



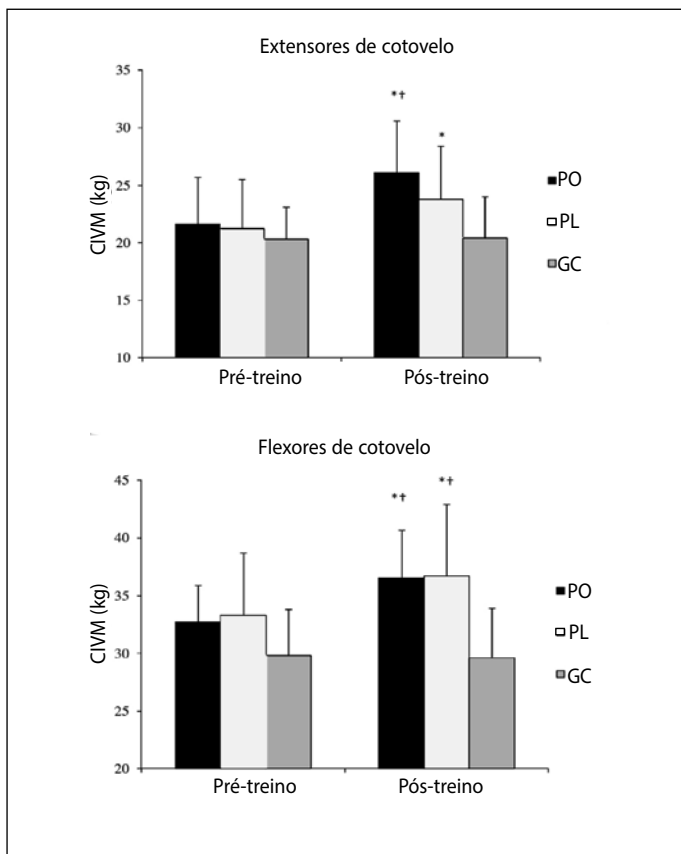
\* = diferença significativa pré e pós treinamento.

**Figura 1.** Teste de 1RM (média e DP) para SR e PA pré e pós treinamento para os grupos periodização ondulatória, periodização linear e grupo controle.



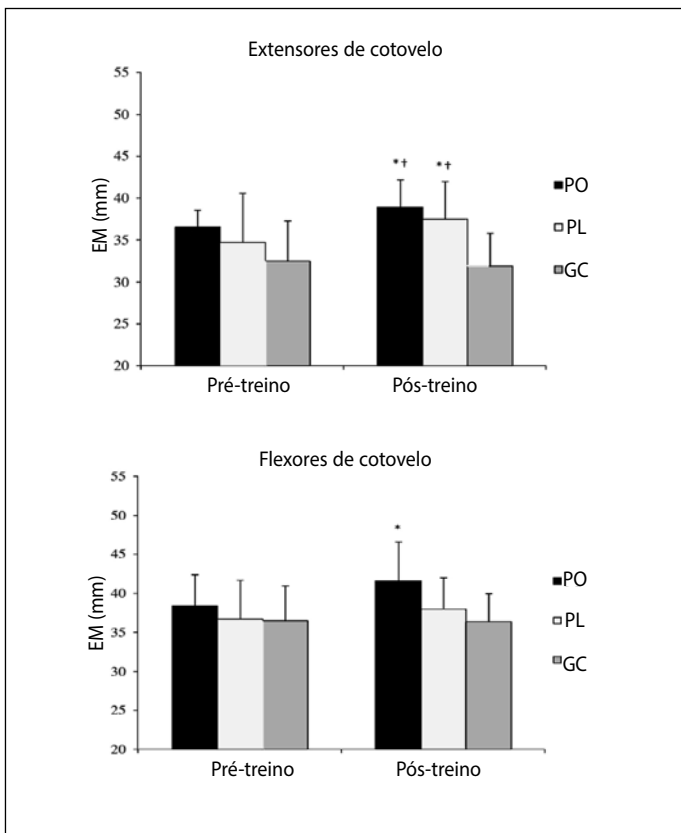
\* = diferença significativa pré e pós treinamento. † = diferença significativa para o GC.

**Figura 2.** Teste de 1RM (média e DP) para RT e RB pré e pós treinamento para os grupos periodização ondulatória, periodização linear e grupo controle.



\* = diferença significativa pré e pós treinamento. † = diferença significativa para o GC.

**Figura 3.** Teste de contração isométrica máxima (CIVM) para os extensores de cotovelo (EC) e flexores de cotovelo (FC) e (média e DP) pré e pós treinamento para os grupos periodização ondulatória, periodização linear e grupo controle.



\* = diferença significativa pré e pós treinamento. † = diferença significativa para o GC.

**Figura 4.** Medidas de espessura muscular (EM) para os extensores de cotovelo (EC) e flexores de cotovelo (FC) e (média e DP) pré e pós treinamento para os grupos periodização ondulatória, periodização linear e grupo controle.

## Análise do tamanho do efeito (TE)

Na tabela 3 podem ser visualizados os resultados do TE após 12 semanas de treinamento para o teste de 1RM. Os exercícios RT e RB demonstraram magnitude “grande” quando realizados em PO (3,70 e 2,04, respectivamente) e magnitudes “moderadas” e “pequenas” quando realizados em PL (1,47 e 1,12, respectivamente).

Em relação aos resultados da EM, os indivíduos que executaram a PO obtiveram resultados superiores aos obtidos pelos indivíduos do grupo PL. O grupo PO obteve magnitude “pequena” para EC e FC (1,14, 0,80, respectivamente), já o grupo PL obteve magnitude “trivial” para EC e FC (0,47 e 0,26, respectivamente).

## DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar e comparar o efeito de dois modelos de periodização (PO e PL) sobre a força máxima e hipertrofia muscular em uma sequência de TR realizada do menor para o maior grupamento muscular. Os maiores achados deste estudo foram que a PO foi mais efetiva para promover melhoras sobre a força dinâmica máxima nos exercícios que iniciavam a sessão e sobre a hipertrofia muscular do EC e FC. Adicionalmente, ambos os modelos de periodização do treinamento físico adotados foram eficientes para promover incrementos sobre a força máxima e que o treinamento físico militar executado pelo GC sem adição do TR não promoveu modificações sobre os parâmetros analisados.

Ao interpretar os resultados dos estudos em TR, não se deve observar somente a aceitação ou rejeição da hipótese nula, mas também o efeito que o tratamento teve sobre a variável dependente, chamado TE. Através do cálculo do TE foi possível verificar, com base em uma diferença padronizada das médias, o real efeito do tratamento sobre grupos independentes<sup>22</sup>. Para verificar a magnitude do tratamento através do TE, Rhea<sup>23</sup> sugeriu uma escala de avaliação. Após a análise do TE, o modelo de PO demonstrou maior magnitude nos exercícios RB e RT (que iniciavam a sessão) nos testes de 1RM, comparado aos resultados obtidos pela PL. Por outro lado, os exercícios PA e SR (que finalizavam a sessão) apresentaram magnitudes similares para ambos os grupos de treinamento, classificada como “pequena”.

Nossos resultados indicam que os exercícios que finalizaram a sessão de treinamento (SR e PA), por estarem alocados no fim da sequência, foram executados sob fadiga prévia, promovida pelos músculos acessórios já acionados durante a execução de RB e RT<sup>16,24,25</sup>, e consequentemente foram menos sensíveis aos incrementos de força máxima, o que indica que o SR e PA, além de apresentar menores incrementos de força, também não foram influenciados pelo modelo de periodização adotado. Dessa forma, observa-se uma maior eficiência da PO na evolução da força dinâmica máxima na fase inicial do treinamento para os exercícios que iniciam a sessão e na hipertrofia muscular dos EC e FC, porém os mesmos resultados não foram encontrados em relação ao aumento da CIVM. Corroborando parcialmente estes resultados, dois estudos realizados com amostras compostas por homens treinados<sup>4,6</sup> verificaram superioridade da PO sobre os ganhos em força máxima.

Em estudo similar ao nosso, Simão *et al.*<sup>9</sup> avaliaram indivíduos não treinados após 12 semanas de TR, divididos em três grupos, PO, PL e GC. Foram utilizados os mesmos exercícios do presente estudo, porém com a ordem inversa de execução (SR, PA, RT, RB). Corroborando os resultados do presente estudo, os autores demonstraram superioridade da PO na evolução do 1RM no SR e RB. No presente estudo, a PO demonstrou maior magnitude em relação à PL nos exercícios RB e RT, que estavam no início da sequência de exercício. No estudo de Simão *et al.*<sup>9</sup>, o SR foi executado no início da sessão de treinamento, e consequentemente apresentou sensibilidade ao modelo de periodização



**Tabela 3.** Tamanho do efeito (TE) de todas as variáveis pós-treino.

	1RM RB	1RM RT	1RM PA	1RM SR	CIVM EC	CIVM FC	EM EC	EM FC
Grupos	Pós-treino	Pós-treino	Pós-treino	Pós-treino	Pós-treino	Pós-treino	Pós-treino	Pós-treino
PO TE	2,04	3,70	1,08	0,95	1,10	1,18	1,14	0,80
Magnitude	Grande	Grande	Pequeno	Pequeno	Pequeno	Pequeno	Pequeno	Pequeno
PL TE	1,12	1,47	0,57	0,59	0,60	0,63	0,47	0,26
Magnitude	Pequeno	Moderado	Pequeno	Pequeno	Pequeno	Pequeno	Trivial	Trivial
GC TE	-0,17	-0,16	-0,23	-0,24	0,04	-0,05	-0,02	-0,13
Magnitude	Trivial	Trivial	Trivial	Trivial	Trivial	Trivial	Trivial	Trivial

RM = repetição máxima; SR = supino reto; PA = *pulley* alto; RT = rosca tríceps; RB = rosca bíceps; PO = periodização ondulatória; PL = periodização linear; GC = grupo controle; TE = tamanho do efeito; EM = espessura muscular; CIVM = contração isométrica voluntária máxima; EC = extensores de cotovelo; FC = flexores de cotovelo.

adotado, porém o mesmo não aconteceu com a PA, que possivelmente foi afetada negativamente por estar alocada após o SR na sessão. Contudo, no estudo de Simão *et al.*<sup>9</sup>, o RB, que esteve posicionado no fim da sequência, apresentou maior incremento de força quando executado pela PO. Uma possível explicação para as divergências dos resultados pode estar associada ao tamanho dos grupamentos musculares envolvidos em cada exercício<sup>24</sup>.

Prévios estudos demonstraram que a ordem dos exercícios pode influenciar o desenvolvimento da força máxima<sup>16,24,25</sup>. Adicionalmente, nossos resultados indicam que o modelo de periodização do TR talvez não exerça a mesma influência sobre todos os exercícios em uma sequência, pois os exercícios que iniciam a sessão de treinamento podem ser potencializados pela manipulação das variáveis pertinentes a intensidade e volume. Dias *et al.*<sup>24</sup> examinaram a influência da ordem dos exercícios na força máxima de homens jovens destreinados após oito semanas de treinamento. Os resultados demonstraram diferenças significativas nos exercícios para pequenos grupamentos musculares (RB e RT) entre as diferentes sequências de exercícios, sugerindo que a ordem dos exercícios pode ser particularmente importante durante os estágios iniciais do TR em homens jovens destreinados, principalmente nos exercícios para pequenos grupamentos musculares. Esses resultados corroboram os nossos, visto que os maiores incrementos na força máxima foram nos exercícios para os pequenos grupamentos musculares, nos quais o modelo de periodização exerceu maior influência. Baseado nos resultados de Dias *et al.*<sup>24</sup>, uma possível explicação para o fenômeno ocorrido no presente estudo pode estar associada à ordenação de execução dos exercícios, em que os exercícios posicionados no fim da sessão apresentaram menores magnitudes de incremento de força máxima independente do modelo de periodização utilizado.

Em relação aos resultados dos testes de CIVM, ambos os grupos de treinamento demonstraram aumentos significativos nas medidas pré e pós treinamento para os FC e EC, e em relação ao GC nos testes dos FC, porém apenas o grupo PO foi superior nos testes dos EC, sem diferenças significativas entre PO e PL. Hartmann *et al.*<sup>13</sup> avaliaram estudantes esportistas e não encontraram diferenças significativas entre os grupos de treinamento (PO e PL) e o GC para a CIVM realizada no exercício SR. No presente estudo, o percentual de evolução nos testes de CIVM foi inferior ao encontrado nos testes de 1RM para os mesmos grupos musculares, porém a PO obteve magnitude “pequena” para a evolução das cargas, o que demonstra que o teste foi sensível ao protocolo de treinamento adotado. No entanto, ambos os grupos de treinamento no estudo de Hartmann *et al.*<sup>13</sup> apresentaram magnitude “trivial”, o que evidencia que o teste não foi sensível ao protocolo utilizado. As diferenças dos resultados podem estar associadas ao nível de força dos sujeitos no início de cada estudo, pois no presente estudo

os indivíduos relataram não possuir experiência em TR; já no estudo de Hartmann *et al.*<sup>13</sup>, um dos critérios de inclusão foi possuir, no mínimo, um ano de experiência em TR. Desta forma, conclui-se que as modificações do comportamento da curva força-velocidade em teste isométrico não são semelhantes em indivíduos com diferentes níveis de força após fases iniciais de TR<sup>26</sup>.

O protocolo utilizado no presente estudo foi suficiente para promover adaptações nas medidas de EM dos EC, mesmo não havendo diferenças significativas entre PO e PL. Ambos os grupos de treinamento apresentaram EM dos EC superiores ao GC. No entanto, as mesmas respostas não foram encontradas para os FC, no qual não houve diferenças entre os grupos de treinamento e o GC, só havendo diferença pré- e pós-treinamento para o grupo PO. Adicionalmente, os dados do TE demonstraram que a PO apresentou maior magnitude na hipertrofia dos EC e FC comparada à PL. Esses resultados sugerem a superioridade da PO em relação à PL nas fases iniciais do TR sobre os ganhos em hipertrofia muscular, indicando que a alternância constante do volume e da intensidade pode resultar em maiores ganhos. Uma possível explicação para que a EM dos FC tenha apresentado evolução apenas na PO pode estar relacionada à maior estimulação do sistema neuromuscular<sup>6</sup>. Os participantes do grupo PO foram submetidos a constantes variações na sobrecarga mobilizada, no número de repetições realizadas e a diferentes intervalos de recuperação a cada sessão, ficando menos expostos à monotonia da carga de treinamento quando a intensidade e volume são manipulados em bases mensais<sup>4</sup>, o que pode promover estagnação das adaptações neuromusculares<sup>9</sup>.

Outro aspecto importante a ser analisado é o somatório do peso mobilizado e volume de repetições executadas por cada grupo de treinamento ao longo das sessões. Não foram observadas diferenças significativas tanto para o volume de repetições quanto para a carga mobilizada. Tal fato demonstra que o método de zona de repetições, o qual propicia o treinamento por repetições máximas, não influenciou no volume e na carga de trabalho. Desta forma, podemos afirmar que as diferenças encontradas entre os grupos de treinamento foram em decorrência do modelo de periodização adotado.

O presente estudo possui limitações. Dentre as mais importantes podemos citar o tempo de duração do experimento (12 semanas), que pode não ter sido suficiente para promover respostas ótimas sobre a hipertrofia muscular<sup>27</sup>. Adicionalmente, uma maior frequência semanal, assim como um maior volume de exercícios por grupo muscular, poderia ter induzido maiores respostas sobre as variáveis dependentes analisadas. Futuros estudos devem analisar os modelos de periodização no TR através de modelos experimentais mais longos e com maiores volume de exercícios por grupo muscular.

## CONCLUSÃO

Os modelos de PO e PL no TR foram eficientes para promover melhorias sobre as variáveis analisadas ao longo das 12 semanas, porém a PL só obteve melhores respostas que o GC sobre o teste de 1RM do exercício RT e CIVM dos FC, e não promoveu melhora na EM dos FC, ao passo que, em alguns parâmetros analisados, a PO foi mais eficaz quando comparada à PL. Adicionalmente, com base nos dados do TE, a PO foi mais efetiva para promover aumentos nas cargas de 1RM dos

exercícios que iniciaram a sessão e na EM dos FC e EC. Baseados em tais resultados, confirmamos a hipótese inicial, de que a PO é mais efetiva no aumento dos níveis de força dos exercícios que iniciam a sessão e sobre a hipertrofia muscular na fase inicial do treinamento quando comparada à PL.

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

---

## REFERÊNCIAS

1. Stone MH, Potteiger JA, Pierce KC, Proulx HS, O'Bryant HS, Johnson RL, et al. Comparison of the effects of three different weight-training programs on the one repetition maximum squat. *J Strength Cond Res* 2000;14:332-7.
2. Minozzo FC, Lira CAB, Vancini RL, Silva AMB, Freitas RJ, Fachina G, et al. Periodização do treinamento de força: uma revisão crítica. *Rev Bras Ciên e Mov* 2008;16:89-97.
3. Assumpção CO, Prestes J, Leite RD, Urtado CB, Neto JB, Pellegrinotti IL. Efeito do treinamento de força periodizado sobre a composição corporal e aptidão física em mulheres idosas. *Rev Educ Fis* 2008;19:581-90.
4. Monteiro AG, Aoki MS, Evangelista AL, Alveno DA, Monteiro GA, Piçarro IC, et al. Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training Stone routines. *J Strength Cond Res* 2009;23:1321-6.
5. Kok LY, Hamer PW, Bishop DJ. Enhancing muscular qualities in untrained women: linear versus undulating periodization. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:1797-807.
6. Rhea MR, Ball SD, Phillips WT, Burkett LN. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. *J Strength Cond Res* 2002;16:250-5.
7. Bufford TW, Rossi SJ, Smith DB, Warren AJ. A comparison of periodization models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. *J Strength Cond Res* 2007;21:1245-50.
8. Prestes J, Frollini AB, Lima C, Donatto FF, Foschini D, Marqueti R, et al. Comparison between linear and daily undulating periodized resistance training to increase strength. *J Strength Cond Res* 2009;23:2437-42.
9. Simão R, Spinetti J, Salles BF, Oliveira L, Matta TT, Fleck SJ. Comparison between linear and nonlinear periodized resistance training: strength and muscle thickness effects. *J Strength Cond Res* 2012;26:1389-95.
10. Miranda F, Simão R, Rhea M, Bunker D, Prestes J, Leite RD, et al. Effect of linear vs. undulatory periodized resistance training on maximal and submaximal strength gains. *J Strength Cond Res* 2011;25:1824-30.
11. Baker D, Wilson G, Carlyon J. Periodization: the effect on strength of manipulation volume and intensity. *J Strength Cond Res* 1994;8:235-42.
12. Hoffman JR, Ratames NA, Klatt M, Faigenbaum AD, Ross RE, Tranchina NM, et al. Comparison between different off-season resistance training programs in division III american college football players. *J Strength Cond Res* 2009;23:11-9.
13. Hartmann H, Bob A, Wirth K, Schmidbleicher D. Effects of different periodization models on rate of force development and power ability of the upper extremity. *J Strength Cond Res* 2009;23:1921-32.
14. Poliquin C. Five ways to increase the effectiveness of your strength training program. *N Strength Cond Assoc* 1988;10:34-9.
15. Peterson MD, Dodd DJ, Alvar BA, Rhea MR, Favre M. Undulation training for development of hierarchical fitness and improved firefighter job performance. *J Strength Cond Res* 2008;22:1683-95.
16. Simão R, Spinetti J, Salles BF, Oliveira L, Matta TT, Ribeiro FM, et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in untrained men. *J Sci Med Sport* 2010;9:1-7.
17. Simão R, Farinatti PTV, Polito MD, Viveiros L, Fleck SJ. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *J Strength Cond Res* 2007;21:203-8.
18. Asakawa DS, Pappas GP, Delp SL, Drace JE. Aponeurosis length and fascicle insertion angles of the biceps brachii. *J Mec Med Biol* 2002;13:1-7.
19. Matta TT, de Salles BF, Spinetti J, Simão R, Oliveira LF. Índice de tensão específica dos flexores do cotovelo em homens treinados e não treinados. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2010;12:62-7.
20. Fukunaga T, Miyatani M, Tachi M, Kouzaki M, Kawakami Y, Kanehisa H. Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. *Acta Physiol Scand* 2001;172:249-55.
21. Miyatani M, Kanehisa M, Ito M, Kawakami Y, and Fukunaga T. The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. *Eur J Appl Physiol* 2004;91:264-72.
22. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Champaign: Lawrence Erlbaum, 1988.
23. Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res* 2004;18:918-20.
24. Dias I, Salles BF, Novaes J, Costa P, Simão R. Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. *J Sci Med Sport* 2010;13:65-9.
25. Spinetti J, Salles BF, Rhea MR, Lavigne D, Matta TT, Miranda F, et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. *J Strength Cond Res* 2010;24:2962-9.
26. Cormie P, McGuigan M, Newton R. Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42:1566-81.
27. Blazevich AJ, Gill ND, Deans N, Zhou S. Lack of human muscle architectural adaptation after short-term strength training. *Muscle and Nerve* 2007;35:78-86.