

**Artigo original****Efeitos agudos do alongamento prévio sobre respostas cardiovasculares ao exercício de força*****Acute effects of stretching on previous cardiovascular responses to strength exercise***

Juviane Menezes dos Santos\*, Danilo Sales Bocalini, D.Sc.\*\*\*, Charles Ricardo Lopes, D.Sc.\*\*\*, Marcos Bezerra de Almeida, D.Sc.\*\*\*\*, Marlene Aparecida Moreno, D.Sc.\*\*\*\*\*, Alexandre Lopes Evangelista, D.Sc.\*\*\*\*\*, Aylton José Figueira Junior, D.Sc.\*\*\*\*\*

.....  
\*Universidade Gama Filho, Programa de Pós-Graduação Lato Sensu, São Paulo/SP, \*\*Universidade São Judas Tadeu, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, São Paulo/SP, \*\*\*Programa de Mestrado e Doutorado em Ciências do Movimento Humano - FACIS/UNIMEP, Faculdade Adventista de Hortolândia, Hortolândia/SP, \*\*\*\*Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Educação Física, Aracaju/SE, \*\*\*\*\*Programa de Mestrado e Doutorado em Ciências do Movimento Humano - FACIS/UNIMEP, Piracicaba/SP, \*\*\*\*\*Universidade São Judas Tadeu, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde - Depto de Pós-Graduação Stricto Sensu, São Paulo/SP

**Resumo**

O objetivo deste estudo foi verificar se o alongamento prévio afeta as respostas da pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC) e duplo produto (DP) no exercício de força. Participaram 19 homens normotensos, os quais tinham no mínimo três meses de treinamento de força. Os voluntários foram submetidos ao procedimento experimental em três dias não consecutivos. No primeiro dia foi aplicado o teste de 10 RM na cadeira extensora. Nos dois dias posteriores, foram submetidos ao exercício extensão de joelho na cadeira extensora, precedido ou não do alongamento. A normalidade na distribuição dos dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk, e em seguida foi aplicado o teste t student de amostras independentes. A significância adotada foi de  $P < 0,05$ . Não houve diferença significativa nos resultados referentes aos valores da FC e da PAD tanto no pré como no pós-exercício de força quando comparadas as condições com e sem o alongamento. Já para a PAS e o DP no pré-exercício não houve diferença, entretanto, no pós-exercício os valores obtidos sem o alongamento apresentaram-se significativamente maiores que na condição com alongamento. Em conclusão, os resultados mostraram que o alongamento prévio influenciou positivamente nas respostas cardiovasculares da PAS e DP ao esforço.

**Palavras-chave:** exercício de força, frequência cardíaca, pressão arterial, alongamento.

**Abstract**

The objective of this study was to verify if the previous stretching affects the response of the systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), heart rate (HR) and rate-pressure product (RPP) in the strength exercise. The participants were 19 normotensives men who had at least three months of strength training. The volunteers underwent an experimental procedure on three nonconsecutive days. In the first day the test of 10 RM in the extensor chair was applied. In the two consecutive days, they performed knee extension exercise in knee extension chair, preceded or not with stretching. The normalization of data was performed by the Shapiro-Wilk test, and then was applied the Student t test for independent samples. The level of significance was set at  $P < 0.05$ . There was no significant difference in the results for the values of HR and DBP both pre and post strength training when compared to the conditions with and without stretching. As for SBP and RPP pre exercise there was no difference, however, in the post exercise values obtained without stretching were significantly higher than in the condition with stretching. In conclusion, the results showed that prior stretching positive influence on cardiovascular responses in SBP and DP effort.

**Key-words:** strength exercise, heart rate, blood pressure, stretching.

Recebido em 9 de outubro de 2013; aceito em 24 de março de 2014.

**Endereço de correspondência:** Charles Ricardo Lopes, Rua Antonio Nogueira Braga, 236, casa 14, Fazenda Santa Candida 13087-601 Campinas SP, E-mail: charles\_ricardo@hotmail.com

## Introdução

O treinamento de força apresenta-se na atualidade como parte fundamental de um programa de exercícios destinado a pessoas saudáveis [1], e mesmo sujeitos que inspiram cuidados em relação às respostas cardiovasculares podem realizá-los. Entretanto, algumas variáveis do treinamento devem ser controladas, como a carga mobilizada e o número de repetições e séries, a fim de que os valores das variáveis cardiovasculares não se alterem demasiadamente e causem riscos à saúde.

Dentre os fatores que podem provocar o aumento da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial (PA) estão a intensidade e duração do exercício, sendo que os exercícios resistidos executados em alta intensidade possuem um componente estático considerável, provocado aumento da resistência vascular periférica [2]. Além disso, a oclusão do leito vascular promove acúmulo de metabólitos, que acionam os quimiorreceptores, estimulando o sistema nervoso autônomo na liberação de catecolaminas [3], aumentando a FC e a pressão arterial sistólica (PAS), durante o esforço, com consequente aumento do duplo produto (DP), outro importante indicador de estresse cardíaco.

Atualmente, no âmbito científico, existem controvérsias sobre os benefícios da realização do alongamento muscular antes de exercícios de força, no que diz respeito ao desempenho muscular e a prevenção de lesões. Shrier [4], em um artigo de revisão crítica da literatura, observou que em 32 estudos, o alongamento não promoveu benefícios em relação ao desempenho para torque e força, porém esses resultados não são consenso [5].

No que se refere ao comportamento de variáveis cardiovasculares associadas ao alongamento muscular, no estudo de Mueck-Weymann *et al.* [6] os autores observaram redução da FC e aumento de sua variabilidade após o protocolo proposto em atletas de fisiculturismo, o que foi atribuído a liberação de agentes vasodilatadores devido ao alongamento do endotélio dos vasos; interferência neuromuscular, reduzindo o tônus muscular, e relaxamento psicofísico geral e sistêmico.

Neste contexto, o propósito do presente estudo foi verificar se o alongamento prévio ao exercício de força influencia nas respostas da PAS, pressão arterial diastólica (PAD), FC e DP.

## Materiais e métodos

### Amostra

A amostra foi constituída por 19 homens adultos jovens, treinados e assintomáticos, com idade de  $29,2 \pm 7,1$  anos, massa corporal  $73,5 \pm 9,5$  kg, e estatura  $1,75 \pm 0,07$  m. A amostra era familiarizada há mais de três meses com o protocolo do treinamento de força, e apresentavam prévio conhecimento sobre as técnicas de execução do exercício selecionado. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em

Pesquisa da Instituição sob o protocolo de número 99/2010. Todos os voluntários foram previamente informados sobre os procedimentos experimentais e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido de participação.

### Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada sempre pelo mesmo avaliador em três dias não consecutivos, e para a realização do protocolo de força foi utilizada a cadeira extensora, de forma unilateral, (Righetto, linha PRO R modelo PR1030, São Paulo- SP). No primeiro dia realizou-se o teste de 10 repetições máximas (RM), de acordo com Beachle e Earle [7], sendo a carga inicial estimada de acordo com a habitualmente utilizada nas sessões de treinamento de cada voluntário. Foi permitido um máximo de três tentativas com intervalos de 5 min em um mesmo dia, para a determinação da carga máxima. A posição inicial do teste foi estabelecida pela angulação do joelho correspondente a  $90^\circ$  e a posição final pela extensão do joelho a  $180^\circ$ , determinada pelo equipamento. O teste foi interrompido quando os avaliados não conseguissem realizar movimentos completos ou quando ocorressem falhas voluntárias na décima repetição consecutiva. Nos dois dias posteriores, determinados em ordem randômica, os voluntários foram submetidos ao exercício extensão de joelho na cadeira extensora, precedido ou não do alongamento.

Ao chegarem ao local de teste, os sujeitos permaneceram sentados por aproximadamente cinco minutos, para estabilização dos sinais vitais, foram medidos e registrados os valores da PA e da FC e, em seguida, se necessário, foi realizado o alongamento, que foi composto de duas séries de 20 s de flexão passiva de joelho unilateralmente, com o sujeito em decúbito lateral. A perna escolhida foi a dominante e a intensidade do alongamento teve por referência o limite articular. Após a execução do alongamento, o voluntário sentava-se na cadeira extensora e realizava uma série de 10 repetições do exercício de força, logo após, eram registrados novamente os valores da PA e FC.

### Medida da FC e PA

As medidas da PA e da FC foram realizadas com o voluntário em repouso, na postura sentada. A medida da PA foi realizada no braço esquerdo, indiretamente pelo método auscultatório de Korotkoff utilizando um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (*Diasyst*) e estetoscópio (*Rappaport*). A FC foi registrada por um cardiofrequencímetro (*Polar*, modelo FS3). O padrão de medida da PA seguiu as recomendações da *American Heart Association* [8]. A medida no final do protocolo foi realizada logo após o término da última repetição. Durante todos os testes os sujeitos foram instruídos a não realizar manobra de Valsava, nem movimentar ou contrair o braço esquerdo.

## Análise estatística

A caracterização da amostra se baseou na estatística descritiva (média e desvio padrão). A normalidade na distribuição dos dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk e, em seguida, foi aplicado o teste t student de amostras independentes. A significância adotada foi de  $P < 0,05$  e para as análises foi utilizado o software BioEstat 5.0.

## Resultados

Na Tabela I estão apresentados os resultados referentes aos valores obtidos da FC pré e pós-exercícios de força, nas condições com e sem o alongamento prévio, onde se observa que não houve diferença significativa entre as duas condições, entretanto, a comparação entre o pré e o pós mostrou maiores valores ao final dos exercícios, nas duas condições.

**Tabela I** - Valores da frequência cardíaca (FC) pré e pós-exercícios de força precedidos ou não de alongamento.

	Com alongamento	Sem alongamento	P
FC pré (bpm)	73,9 ± 15,5	69,9 ± 9,8	> 0,05
FC pós (bpm)	138,1 ± 23,1	141,3 ± 14,4	> 0,05
P	< 0,05	< 0,05	

Na Tabela II estão apresentados os resultados referentes aos valores obtidos da PAS pré e pós-exercício de força, nas condições com e sem o alongamento prévio. A comparação entre as duas condições mostrou que no pré não houve diferença significativa, entretanto, no pós-exercício os valores obtidos, sem o alongamento, apresentaram-se significativamente maiores que na condição com alongamento. A comparação entre o pré e o pós mostrou maiores valores ao final dos exercícios, nas duas condições.

**Tabela II** - Valores da pressão arterial sistólica (PAS) pré e pós-exercícios de força, precedidos ou não de alongamento.

	Com alongamento	Sem alongamento	P
PAS pré (mmHg)	113,6 ± 12,4	114,12 ± 11,2	> 0,05
PAS pós (mmHg)	138 ± 4	152,6 ± 22,6	< 0,05
P	< 0,05	< 0,05	

Na Tabela III estão apresentados os resultados referentes aos valores obtidos da PAD pré e pós-exercícios de força, nas condições com e sem o alongamento prévio, onde se observa que não houve diferença significativa entre as duas condições, e houve aumento significativo entre o pré e o pós-exercício, com e sem o alongamento prévio.

**Tabela III** - Valores da pressão arterial diastólica (PAD) pré e pós-exercícios de força, precedidos ou não de alongamento.

	Com alongamento	Sem alongamento	p
PAD pré (mmHg)	79,6 ± 6,4	78,9 ± 8,1	> 0,05
PAD pós (mmHg)	101,5 ± 15,6	104,7 ± 9,0	> 0,05
P	< 0,05	< 0,05	

Na Tabela IV estão apresentados os resultados referentes aos valores obtidos do DP pré e pós-exercício de força, nas condições com e sem o alongamento prévio. A comparação entre as duas condições mostrou que no pré não houve diferença significativa, entretanto, no pós-exercício os valores obtidos sem o alongamento, apresentaram-se significativamente maiores que na condição com alongamento. A comparação entre o pré e o pós mostrou maiores valores ao final dos exercícios, nas duas condições.

**Tabela IV** - Valores do duplo produto (DP) pré e pós-exercícios de força, precedidos ou não de alongamento.

	Com alongamento	Sem alongamento	P
DP pré (bpm. mmHg)	8320,1 ± 1479,8	8031,6 ± 1682,2	> 0,05
DP pós (bpm. mmHg)	19127 ± 3933,8	21565,3 ± 3756,4	< 0,05
P	< 0,05	< 0,05	

## Discussão

Os principais achados deste estudo mostraram valores significativamente menores tanto para a PAS, como para os do DP, quando comparadas às condições com e sem o alongamento prévio ao protocolo proposto, mostrando menores valores dessas variáveis quando realizado o alongamento.

Na literatura existem recomendações favoráveis ao treinamento de força para sujeitos saudáveis ou com doenças cardiovasculares [9], assim, há apreciação considerável na relação dose-resposta ao exercício [10]. Portanto, o monitoramento do estresse cardiovascular, permite verificar a adequada segurança dos programas aplicados a grupos com diferentes necessidades [10].

A presente investigação teve como hipótese que o alongamento realizado antes dos exercícios de força poderia promover ajustes benéficos relacionados a FC, PA e DP. Assim, para verificar se o alongamento prévio afetaria as respostas agudas cardiovasculares no exercício de força, optou-se por realizar o alongamento de forma passiva, considerando que é o que induz a menores riscos de lesões, pois é a forma que permite melhor controle sobre os movimentos.

A hipótese foi levantada, uma vez que o alongamento inicial envolve o componente elástico em série, aumentando

a tensão agudamente e, após certo ponto, ocorre um comprometimento mecânico das pontes transversais à medida que os filamentos se separam com os deslizamentos, ocorrendo um alongamento brusco do sarcômero [11]. Há estudos na literatura acerca dessa temática [12,13], entretanto, existem divergências sobre a justificativa a que se atribui à diminuição de força muscular devido ao alongamento. Behm *et al.* [14] relataram que diminuição de força é decorrente de fatores neurológicos, corroborando esses resultados Young e Behm [15] observaram, por eletromiografia, que houve diminuição da atividade elétrica do músculo com o alongamento agudo, sugerindo, desta forma, a possibilidade de um mecanismo neurológico, o que talvez poderia influenciar nas respostas cardiovasculares.

Segundo Comwell [12], a diminuição de força ocorre devido a fatores neurais e mecânicos como: diminuição na ativação de unidades motoras, alterações nas propriedades viscoelásticas do músculo e musculotendinosas, e devido às alterações no comprimento-tensão da fibra muscular. Contudo, Laricho e Connolly [16] e Fowles [17] apontam que o alongamento estático e balístico aumenta a tolerância do movimento durante o exercício excêntrico, o que se deve ao aumento na tolerância do estiramento, devido à melhora da elasticidade do músculo, e que o alongamento agudo diminui a força antes do treinamento de força [16].

Pela facilidade de mensuração, o comportamento da FC tem sido bastante estudado em diferentes condições associadas ao exercício [18-20]. A FC de repouso é considerada como um eficiente marcador do efeito do treinamento físico, pois está entre os principais parâmetros cardiovasculares que sofrem adaptações, sendo o principal efeito a bradicardia [21]. Apesar disso, considerando as respostas agudas frente ao alongamento muscular, ainda se conhece pouco sobre essas modificações. No presente estudo não foram observadas alterações nos valores da FC quando comparadas as condições com e sem alongamento prévio ao exercício de força, o que é discordante do estudo de Mueck-Weymann *et al.* [6] no qual os autores observaram redução da FC e aumento de sua variabilidade após protocolo de alongamento em atletas de fisiculturismo, o que foi atribuído a liberação de agentes vasodilatadores devido ao alongamento do endotélio dos vasos; interferência neuromuscular, reduzindo o tônus muscular, e relaxamento psicofísico geral e sistêmico.

A discordância talvez seja pelo tipo de protocolo e de sujeitos estudados. Nosso estudo envolveu somente uma sessão de alongamento, enquanto o estudo de Mueck-Weymann *et al.* [6] realizou 28 dias de 15 minutos diários de alongamento associado ao treinamento de força e, ainda, o perfil dos voluntários estudados também era diferente, uma vez que os autores estudaram atletas de fisiculturismo com alto nível de tensão, tanto física como mental.

A literatura não é consensual em relação aos efeitos do alongamento sobre as respostas cardiovasculares no exercício de força, entretanto, os resultados do presente estudo

mostraram que o alongamento influenciou positivamente nessas respostas. Foram observadas diferenças significativas na resposta da PAS e DP, quando comparadas às condições em que o alongamento precedeu ou não o protocolo de força, sendo os menores valores observados na condição em que o alongamento foi realizado. A PA durante o exercício é regulada por mecanismos neurais a partir de três fontes principais: insumos eferentes nas regiões supramedulares, conhecidos como comando central; vias aferentes de contração do músculo esquelético receptores sensíveis, conhecido como exercício pressor reflexo; e via dos barorreceptores, como o baroreflexo arterial [22].

O baroreflexo arterial é um mecanismo de feedback nas alterações agudas da PA [23] e seu comportamento durante o exercício tem atraído atenção. Acredita-se que a ativação dos mecanorreceptores musculares redefine a atividade simpática nervosa, alterando o baroreflexo arterial. Esse mecanismo se dá, principalmente, para compensar a redução da PA resultante da vasodilatação induzida pelo exercício.

Outra variável investigada no presente estudo foi o DP, sendo que a literatura destaca que em exercícios intensos, o mesmo não apresenta validade para estimar a captação de oxigênio pelo miocárdio [24], entretanto, valores elevados durante o esforço representam maior estresse cardiovascular, pois implicam em valores aumentados de FC, volume sistólico, débito cardíaco e em algumas situações, resistência sistêmica. Segundo o American College of Sport Medicine [25], o DP constitui um dos principais indicadores do débito cardíaco no treinamento de força, sendo que no presente estudo, a condição onde se utilizou o alongamento prévio mostrou valores do DP abaixo do ponto de corte para angina (30.000 mmHg.bpm) sugerindo baixo risco na condução dos ER.

Apesar dos resultados promissores, é importante destacar que a medida da PA oferece algumas limitações por ter sido realizada pelo método auscultatório, pois este procedimento durante o exercício de alta intensidade e curta duração pode subestimar os valores durante o exercício, especialmente o da PAD. No entanto, o método auscultatório permite verificar tendências no comportamento da PA, apresentando maior aplicabilidade, e menor risco, por se tratar de um procedimento não invasivo.

## Conclusão

Em conclusão, os resultados mostraram que o alongamento prévio influenciou nas respostas cardiovasculares da PAS e DP ao esforço. Dessa forma, acredita-se que o presente estudo seja um ponto de partida para futuras investigações científicas envolvendo voluntários com hipertensão arterial sistêmica, e reforça a necessidade da busca por fundamentação e validação de protocolos de treinamento, especialmente envolvendo respostas agudas de variáveis cardiovasculares, frente ao alongamento muscular e exercícios de força, as quais ainda são pouco descritas na literatura. Sugere-se que são necessários

estudos futuros com outros delineamentos a fim de verificar o comportamento desses indicadores sob diferentes estímulos.

## Referências

1. Polito MD, Farinatti PTV. Respostas da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo- produto contra resistência: uma revisão de literatura. *Rev Port Ciências Desp* 2003;3:79-91.
2. Forjaz CLM, Rezk CC, Melo CM, Santos DA, Teixeira L, Nery SS et al. Exercício resistido para hipertenso: indicação ou contra-indicação. *Rev Bras. Hipertensão* 2003;10:119-24.
3. Polito MD, Rosa CC, Schardong. Respostas cardiovasculares agudas na tensão do joelho realizada em diferentes formas de execução. *Rev Brasil Medicina do Esporte* 2004;3:173-6.
4. Shrier I. Does stritching improve performance? A systematic and critical and critical review of the literature. *Clin J Sport Med* 2004;14: 267-73.
5. Shrier I, McHugh M. Does static stretching reduce maximal muscle performance? A review. *Clin J Sport Med.* 2012; 22:450-1
6. Mueck-Weymann M, Janshoff G, Mueck H. Stretching increases heart rate variability in healthy athletes complaining about limited muscular flexibility. *Clin Auton Res* 2004;14:15-8.
7. Baerchle TR, Earle RW. *Essentials of strength training and conditioning: Human Kinetics*; 2000.
8. Perloff D, Grim C, Flack J, Fiohlich E, Hill M, McDonald M. Human blod pressure determination by sphygmic manometry. *Circulation* 1993;8:2460-7.
9. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B et al. Resistance exercise with and without cardiovascular disease benefits, rationale, safety, and prescription: an advisor committee on exercise, rehabilitation, a prevention, council on clinical cardiology. *Circulation* 2000;101:828-33.
10. Araújo GV. Fisiologia do exercício físico e hipertensão arterial: uma breve introdução. *Hipertensão* 2001;4:78-83.
11. Kisner C, Colly LA. *Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnica.* São Paulo: Manole; 1998; p.142-77.
12. Comwell A, Nelson AG, Sidawaay B. Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surau muscle complex. *EUR. J Appl Physiol* 2002;86:428-34.
13. Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangilmaier SM, Purkayastha et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on Muscle Strength and power output. *J Athl Train* 2005;40:94-103.
14. Behn DG, Button DC, Butt JC. Factors affect in force loss with prolonged stretching. *Can J Appl physiol* 2001;26:261-72.
15. 15- Yong WB, Behn DG. Effects of running static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J Sport Med Phys Fitness* 2003;43:21-7
16. La Richo DP, Connolly DA. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *Am J Sport Med* 2006;6:1000-7.
17. Fowles JR, Sale DG, MacDougall M. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexores. *J Appl Physiol* 2000;89:1179-88.
18. Gregoire J, Tuck, S.; Yamamoto Y, Hughson, RL. Heart rate variability at rest and exercise: influence of age, gender, and physical training. *Can J Appl Physiol* 1996;21:455-470.
19. Catai AM, Chacon-mikahil, MPT, Marinelli, FS, Forti VAM, Silva E, Golfetti R et al. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardio-respiratory response of young and middle-aged healthy men. *Braz J Med Biol Res* 2002;35:741-52.
20. Leicht AS, Allen GD, Hoey AJ. Influence of intensive cycling training on heart rate variability during rest and exercise. *Can J Appl Physiol* 2003;28:898-909.
21. Katona PG, Mclean M, Dighton DH, Guz A. Sympathetic and parasympathetic cardiac control in athletes and non athletes at rest. *J Appl Physiol* 1982;52:1652-7.
22. Rowell LB, O'Leary DS, Kellogg DS. Integration of cardiovascular control system in dynamic exercise. In: *Handbook of Physiology. Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems.* Am Physiol Soc 1996;12(17):770-838.
23. Eckberg DL, kifle YT, Roberts VL. Phase relationship between normal human respiration and baroreflex responsiveness. *J Physiol* 2002;304:489-502.
24. Veloso V, Monteiro W, Farinatti P. Exercício contínuos e fracionados provocam respostas cardíacas similares em idosas praticantes de ginásticas? *Rev Bras Med Esporte* 2003;9:176-6.
25. American College of Sport Medicine ACSMS. *Guidelines for exercise testing and prescription.* Baltimore: Williams e Wilkins; 2000.