

EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO ESTÁTICO PASSIVO EM GRANDES E PEQUENOS GRUAMENTOS MUSCULARES SOBRE A VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA: EXPERIMENTO CONTROLADO RANDOMIZADO

Matheus José Passos Bento Vianna de Oliveira¹, Camila Carneiro Diano¹, Tiago da Costa Figueiredo¹
Ercole da Cruz Rubini¹

RESUMO

Introdução: A prática de exercício físico é recomendada para a prevenção e reabilitação de diversos aspectos relacionados à saúde e a VFC é um excelente método não invasivo utilizado para avaliar o sistema nervoso autônomo. **Objetivo:** verificar o efeito agudo do alongamento estático passivo sobre a variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos sedentários. **Materiais e Métodos:** Participaram do estudo 15 homens sedentários (Idade $23,6 \pm 3,7$; massa corporal $77,6 \pm 13,7$, estatura $1,76 \pm 0,1$), sem a presença de doenças cardiovasculares, neurológicas ou lesões musculoesqueléticas. Os participantes foram alocados aleatoriamente em três situações (alongamento de grande grupamento x alongamento de pequeno grupamento x grupo controle). O protocolo de alongamento foi executado em 4 séries de 30 segundos para ambos os lados. **Resultados:** Houve diferença significativa nos índices de VFC, RMSSD, SDNN e HF tanto para grandes grupamentos quanto para pequenos grupamentos musculares. **Discussão:** Pela sua simplicidade de execução os exercícios de alongamento muscular são uma excelente opção para iniciar um programa de treinamento em indivíduos sedentários ou doentes. **Conclusão:** O alongamento de grande e pequeno grupamento muscular realizado com 4 séries de 30 segundos foi capaz de demonstrar resultados fisiológicos expressivos sobre a VFC.

Palavras-chave: Inatividade física. Flexibilidade. Sistema nervoso autônomo. Sistema nervoso simpático. Sistema nervoso parassimpático.

ABSTRACT

Acute effect of passive static stretching in large and small muscle groups on heart rate variability: randomized controlled experiment

Introduction: The practice of physical exercise is recommended for the prevention and rehabilitation of several aspects related to health and HRV is an excellent non-invasive method used to assess the autonomic nervous system. **Objective:** To verify the acute effect of passive static stretching on the heart rate variability in sedentary individuals. **Materials and Methods:** Fifteen sedentary men (Age 23.6 ± 3.7 , body mass 77.6 ± 13.7 , height 1.76 ± 0.1) participated in the study, without the presence of cardiovascular, neurological or musculoskeletal injuries. Participants were allocated group). The stretching protocol was run in 4 sets of 30 seconds for both sides. **Results:** There was a significant difference in the HRV, RMSSD, SDNN and HF indices for both large groupings and small muscle groups. **Discussion:** Due to its simplicity of execution, muscle stretching exercises are an excellent option to start a training program in sedentary or sick individuals. **Conclusion:** The stretching of a large and small muscle group performed with 4 sets of 30 seconds was able to demonstrate significant physiological results on HRV.

Key words: Physical inactivity. Flexibility. Autonomic nervous system. Sympathetic nervous system. Parasympathetic nervous system.

1 - Laboratório de Fisiologia do Exercício do curso de Ed. Física da UNESA, Brasil. GPCES, Brasil

E-mail dos autores:
mj.passosoliveira@yahoo.com.br
camiladiano@gmail.com
tiago.figueiredo@ensineme.com.br
ercolerubini@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A inatividade física é considerada a principal responsável pelo aumento do número de doenças crônicas no mundo inteiro e o indivíduo sedentário, atualmente não pode mais ser considerado saudável (Gualano e Tinucci, 2011).

A prática de exercícios físicos é, cada vez mais, recomendada para a prevenção e reabilitação de doenças cardiovasculares e outras doenças crônicas, com diversos benefícios conhecidos para o sistema cardiovascular (ACSM, 2001; Ciolac e Guimarães, 2004).

O controle extrínseco do sistema cardiovascular é realizado pelo sistema nervoso autônomo (SNA) (Vanderlei, 2009).

Bastante estudada, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é alvo crescente de interesse pela compreensão de seus mecanismos e de sua utilidade clínica na associação com algumas doenças (Aubert, Seps e Beckers, 2003).

A VFC descreve as oscilações nos intervalos R-R instantâneos e consecutivos. Trata-se de uma medida não invasiva que pode ser utilizada para avaliar a modulação do SNA sob condições fisiológicas e patológicas.

Uma alta VFC em repouso considerando batimentos cardíacos normais pode estar associada a uma boa adaptação do SNA e uma maior atividade vagal, pode caracterizar um indivíduo saudável, com mecanismos autonômicos eficientes, enquanto uma baixa VFC pode estar associada a uma adaptação anormal e insuficiente do SNA, insinuando um mal funcionamento do SNA do indivíduo.

A VFC tem um importante significado clínico e vem sendo, cada vez mais, utilizada nos estudos envolvendo exercício físico (Almeida, 2007).

Sabe-se que os exercícios físicos podem influenciar positivamente o SNA reduzindo a atividade simpática e aumentando a atividade parassimpática em repouso, auxiliando também no balanço simpátovagal (Pumprla e colaboradores, 2002).

Por outro lado, a redução do tônus vagal cardíaco e consequentemente da VFC, independentemente do protocolo de mensuração, está relacionada a disfunção autonômica, a doenças crônico-degenerativas e a risco de mortalidade aumentado (Tapainen e colaboradores, 2002), induzindo a

expressivas mudanças no balanço autonômico (Lu e Kuo, 2003, Khattab e colaboradores, 2007).

Um programa de exercícios contendo o treino de flexibilidade a partir de exercícios de alongamento muscular é um componente considerado fundamental para quem deseja um nível de aptidão física elevado (ACSM, 1998; Rubini, Costa e Gomes, 2007).

A realização regular de exercícios físicos, incluindo os de alongamento muscular, podem influenciar de maneira expressiva a atividade do SNA, reduzindo a atividade simpática e aumentando a parassimpática do indivíduo em repouso (Malik e colaboradores, 1996, Perini e Veicsteinas, 2003, Cottin, Médigue e Papelier, 2008).

Entretanto, são poucos os estudos que verificaram a resposta do treino de flexibilidade sobre a VFC (Mueck-weymann, Janshoff e Mueck, 2004; Farinatti e colaboradores, 2011; Costa e Silva e colaboradores, 2016; Logan e Yeo, 2016; Araujo e colaboradores, 2018, Rubini e colaboradores, 2021).

Embora estudos já tenham verificado que os exercícios de alongamento podem impactar aguda e cronicamente na VFC (Mueck-weymann, Janshoff e Mueck, 2004; Farinatti e colaboradores, 2011; Logan e Yeo, 2016; Araujo e colaboradores, 2018, Rubini e colaboradores, 2021) ainda não se sabe se o tamanho do grupamento muscular que está sendo alongado pode interferir nesses achados.

Sendo assim, o objetivo desse estudo foi verificar o efeito agudo do alongamento estático passivo em grandes e pequenos grupamentos musculares sobre a VFC em indivíduos sedentários.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Foram incluídos no estudo 15 participantes aparentemente saudáveis do sexo masculino, com idade entre 18 e 30 anos, sedentários.

Adotou-se como critério de exclusão a presença de algias e/ou lesões nas articulações envolvidas na execução dos testes, indivíduos tabagistas e que façam uso de medicamentos que tenham efeito cardiovascular e a presença de doenças cardiovasculares, neurológicas, ou qualquer outra doença que possa vir a alterar os resultados.

Os sujeitos não realizaram nenhuma atividade física intensa nas 24 horas que antecederam os testes e durante todo o período do estudo.

Todos os sujeitos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido contendo informações pertinentes aos procedimentos experimentais, conforme a resolução do Conselho Nacional de Saúde (466/12), para experimentos com seres humanos, assim como dos possíveis desconfortos envolvidos em estudo desta natureza sendo aprovado previamente pelo Comitê de Ética em Pesquisa institucional da Universidade Estácio de Sá, sob o protocolo CAAE: 87594018.1.0000.5284.

Procedimentos Experimentais

Os procedimentos experimentais foram realizados em quatro visitas. Na 1ª visita foi realizada uma avaliação antropométrica (circunferência de abdômen, massa corporal e estatura), anamnese, IPAQ (Questionário Internacional de Atividade Física) para qualificar de forma mais precisa que os indivíduos eram de fato sedentários, assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido

e sorteio para definição da ordem de alocação aleatória nos três grupos (grande grupamento muscular, pequeno grupamento muscular e controle).

Na 2ª Visita, foi realizada a avaliação contínua da FC (repouso, alongamento, repouso) e os participantes foram alocados em uma das três situações experimentais (alongamento de grande grupamento muscular, alongamento de pequeno grupamento muscular e grupo controle).

Na terceira e quarta visita o participante realizou as duas outras situações experimentais para o qual aleatoriamente foi alocado (Figura 1).

Em todas as situações os participantes permaneciam 15 minutos de repouso em decúbito dorsal e 30 min após os exercícios de alongamento na mesma posição de antes do exercício de alongamento inicial, sendo que, estes 30 min foram divididos em três períodos de 10 min para análise estatística.

Os participantes alocados na situação Controle permaneceram em decúbito dorsal durante o mesmo período de duração dos alongamentos estáticos.

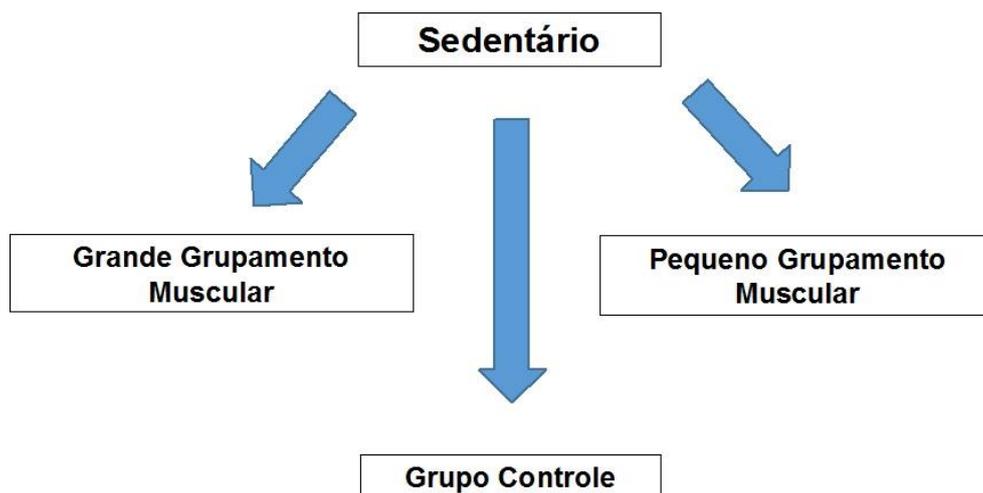


Figura 1 - Desenho experimental. Todos os participantes foram aleatoriamente alocados nas três situações experimentais (Grande Grupamento Muscular x Pequeno Grupamento Muscular x Controle).

Caracterização da amostra

Foi realizada a medida da massa corporal, estatura, circunferência abdominal, para caracterização da amostra. Para a realização destas medidas foram utilizados os seguintes equipamentos: massa corporal total (kg) - (1) balança Welmy® e estatura (cm) - (2)

estadiômetro de parede (Sanny Medical - Modelo Starreth®, Brasil).

O instrumento para determinar o nível de atividade física do participante foi o IPAQ (Matsudo e colaboradores, 2001) aplicado de forma cega por avaliador independente e previamente treinado na sua execução.

Para o presente estudo, foi proposto a versão curta do IPAQ que é composto por sete questões abertas e suas informações permitem estimar o tempo despendido, por semana, em diferentes dimensões de atividade física (caminhadas e esforços físicos de intensidades moderada e vigorosa) e de inatividade física (posição sentada) em diferentes contextos do cotidiano, como: trabalho, transporte, tarefas domésticas e lazer, e ainda o tempo despendido em atividades passivas, realizadas na posição sentada (Benedetti, 2007).

No intuito de evitar alterações indesejadas nas respostas autonômicas, os participantes receberam uma cartilha com uma lista de recomendações que tiveram que seguir no período que antecedia o teste e durante todo o período de investigação.

Protocolo dos Exercícios de Alongamento

O exercício de alongamento foi realizado pelo método estático passivo. Foram realizadas quatro séries e cada posição foi mantida por 30 s com o tempo de intervalo entre os exercícios de 15 s em ambos os lados por ordem aleatoriamente determinadas.

Grande Grupamento Muscular

Em posição de decúbito dorsal, um dos membros foi mantido semiflexionado, enquanto o membro que foi alongado permanecerá com os joelhos completamente estendidos com auxílio do avaliador que faz a tração e elevação do membro com intuito de gerar maior tensão da cadeia posterior. O mesmo procedimento foi repetido no lado oposto aleatoriamente (Figura 2).



Figura 2 - Alongamento de grande grupamento muscular.

Pequeno Grupamento Muscular

Em posição de decúbito dorsal, um dos membros foi mantido semiflexionado, enquanto o membro que é alongado permaneceu com os

joelhos completamente estendidos, com o auxílio do avaliador realizou uma dorsi-flexão gerando maior tensão na panturrilha, o mesmo procedimento foi repetido no lado oposto aleatoriamente (Figura 3).



Figura 3 - Alongamento de pequeno grupamento muscular.

Protocolo de Medida da Variabilidade da Frequência Cardíaca

A FC foi registrada por um cardiofrequencímetro capaz de extrair intervalos RR (Polar V 800, Polar Electro Oy™, Kempele, Finlândia). Em três períodos: 15 minutos em repouso (pré-exercício), durante o período de alongamento e ao longo de 30 minutos de recuperação (pós-exercício).

As séries temporais de iRR, com duração de 5 min, serão transferidas para o software Kubios HRV Analysis™ versão 3.0 (Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Kuopio, Finlândia).

Para evitar qualquer interferência, foi pedido para que os indivíduos mantivessem a frequência respiratória regular evitando a manobra de valsalva. O frequencímetro foi posicionado na altura do processo xifoide do osso esterno.

Foram calculados os seguintes índices de VFC no domínio do tempo: média dos intervalos de acoplamento de todos os batimentos normais consecutivos (R-R), desvio-padrão da média dos intervalos de acoplamento de todos os batimentos normais consecutivos (SDNN) e raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos R-R normais sucessivos (RMSSD).

No domínio da frequência, os índices foram: componente de baixa frequência (LF) - (0,04 a 0,15Hz) - que demonstra predominância simpática, componente de alta frequência (HF)

- (0,15 a 0,40Hz) - que demonstra predominância parassimpática e o balanço simpátovagal - razão baixa/alta frequência (LF/HF) expressas em unidades normalizadas (norm - n.u).

Análise dos dados

Para determinar os efeitos dos dois tratamentos sobre as variáveis dependentes SDNN, RMSSD, LF, HF e LF/HF, foi utilizado uma ANOVA two way para medidas repetidas (pré vs. durante vs. pós 10 min vs. pós 20 min vs. pós 30 min), para cada uma das variáveis testadas. Em caso de F significativo, o teste post hoc LSD foi utilizado para determinar as diferenças específicas.

Em todas as análises realizadas, o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas a partir do pacote de programas estatísticos SPSS 16.0.1® (SPSS Inc., EUA).

RESULTADOS

O objetivo desse estudo foi verificar o efeito agudo do alongamento estático passivo em grandes e pequenos grupamento musculares sobre a VFC em indivíduos sedentários.

A caracterização amostral do mesmo está presente na tabela 1. Homens sedentários, entre 18 a 30 ano.

Tabela 1 - Caracterização da amostra (n=15)

	MÉDIA ± DESVIO PADRÃO
IDADE (Anos)	23,6 ± 3,7
MASSA CORPORAL (KG)	77,6 ± 13,7
ESTATURA (m)	1,76 ± 0,1
IMC (kg/m ²)	25,1 ± 4,3
ABDOMEM (cm)	86,4 ± 11,9

Fonte: elaborada pelo autor

O alongamento de grande grupamento muscular no momento pós 10, 20 e 30 minutos gerou um aumento significativo quando comparado aos valores de repouso e no momento pós 20 minutos também foram encontrados diferenças significativas quando comparado ao momento pós 10 minutos e finalmente no momento pós 30 minutos de alongamento foram identificados diferenças significativas em relação ao alongamento e ao momento pós 10 min.

Para o pequeno grupamento podemos observar aumentos significativos no momento pós 20 e 30 min em relação ao repouso e ao momento pós 10 minutos e finalmente o momento pós 30 minutos mostrou uma diferença significativa quando comparado ao alongamento.

No grupo controle apenas foi possível observar diferenças significativas após 30 minutos em relação ao repouso (Figura 4).

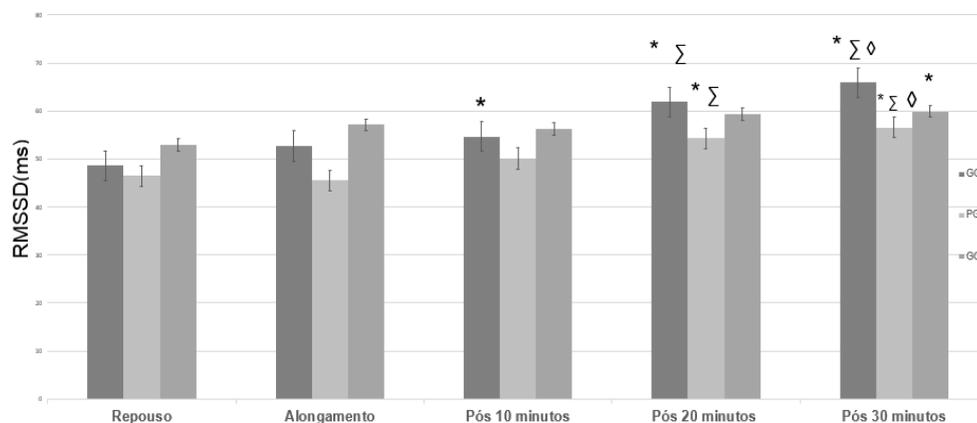


Figura 4 - média e desvio padrão de RMSSD. *Diferença significativa em relação ao repouso. Δ- Diferença significativa em relação ao alongamento. Σ-Diferença significativa em relação a pós 10 minutos. Grande Grupamento Muscular (GG). Pequeno Grupamento Muscular (PG) Grupo Controle (GC).

O SDNN apresentou diferenças significativas no grande grupamento muscular pós 20 e 30 minutos em relação ao repouso e no momento pós 30 minutos foi observado diferenças significativas ao momento pós 10 minutos.

Para o pequeno grupamento muscular foi observado diferenças significativas quando comparados os momentos pós 10, 20 e 30

minutos em relação ao repouso e no momento pós 30 minutos foram encontradas diferenças significativas em relação ao momento pós 10 minutos e pós 20 minutos.

Para o grupo controle apenas foram encontradas diferenças significativas no período correspondente ao alongamento e pós 20 e 30 minutos em relação ao repouso (Figura 5).

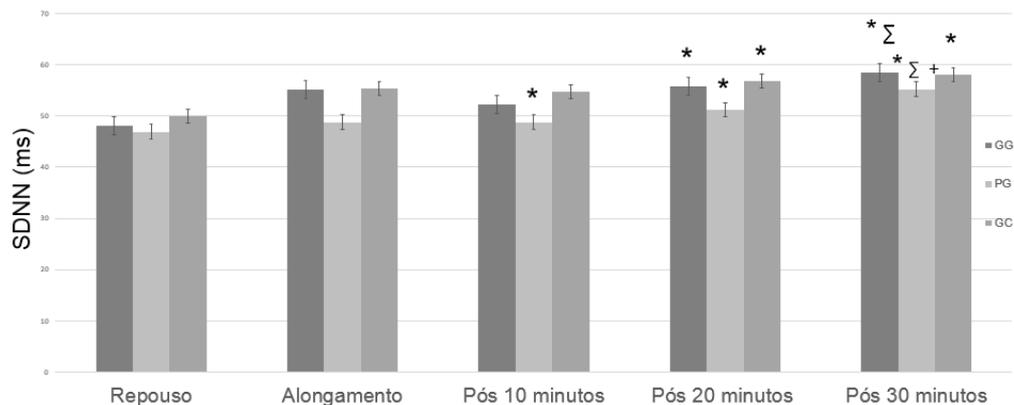


Figura 5 - média e desvio padrão de SDNN. *Diferença significativa em relação ao repouso. Σ-Diferença significativa em relação a pós 10 minutos. +Diferença significativa em relação a pós 20 minutos. Grande Grupamento Muscular (GG). Pequeno Grupamento Muscular (PG) Grupo Controle (GC).

Os valores de LF para os pequenos grupamentos mostraram diferenças significativas do momento pós 20 e 30 min em relação ao alongamento e diferenças

significativas no momento pós 30 minutos em relação ao repouso e pós 10 minutos.

Para o grande grupamento muscular e grupo controle não houve nenhuma diferença significativa (Figura 6).

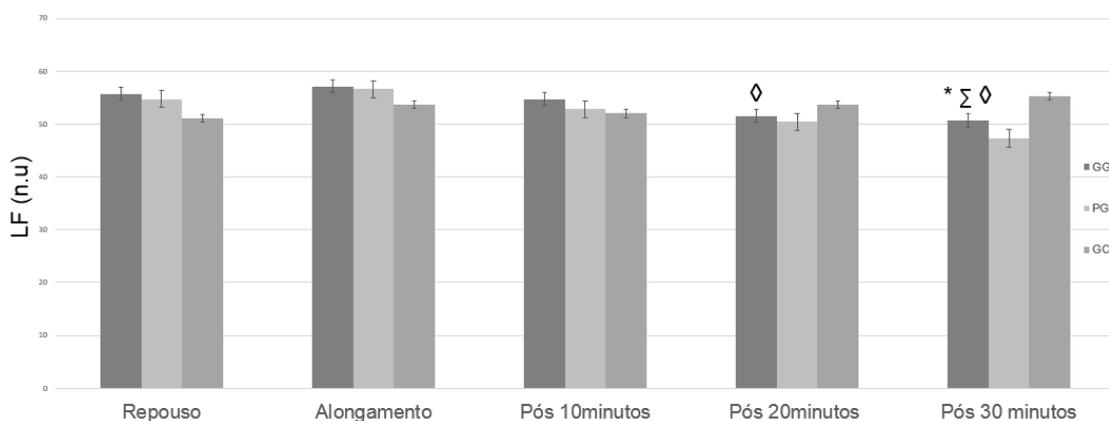


Figura 6 - média e desvio padrão de LF. *Diferença significativa em relação ao repouso. ◇-Diferença significativa em relação ao alongamento. Σ-Diferença significativa em relação a pós 10 minutos. Grande Grupamento Muscular (GG). Pequeno Grupamento Muscular (PG) Grupo Controle (GC).

Foram encontradas diferenças significativas para o grande grupamento muscular no momento pós 10, 20 e 30 minutos em relação ao alongamento.

No momento pós 20 minutos em relação ao repouso. Para o pequeno grupamento muscular foi observado diferenças significativas pós 10, 20 e 30 minutos em

relação ao alongamento e diferenças significativas no momento pós 30 minutos em relação ao repouso e pós 10 minutos. Ocorreu também diferenças significativas inter-grupos, de pequeno grupamento muscular para grupo controle. O grupo controle não mostrou diferenças significativas (Figura 7).

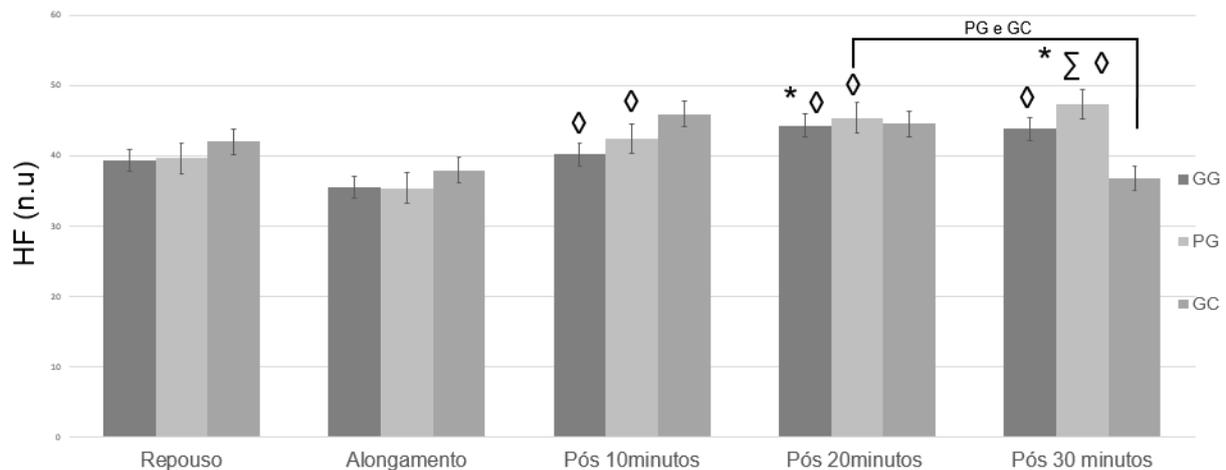


Figura 7: média e desvio padrão de HF. *Diferença significativa em relação ao repouso. ◊-Diferença significativa em relação ao alongamento. Σ-Diferença significativa em relação ao pós 10 minutos. ◻ Diferença significativa inter-grupo. Grande Grupamento Muscular (GG). Pequeno Grupamento Muscular (PG) Grupo Controle (GC).

Foram encontradas diferenças significativas para o pequeno grupamento muscular no momento pós 20 e 30 minutos em

relação ao pós 10 minutos. Para o grande grupamento muscular e grupo controle não foi houve diferenças significativas (Figura 8).

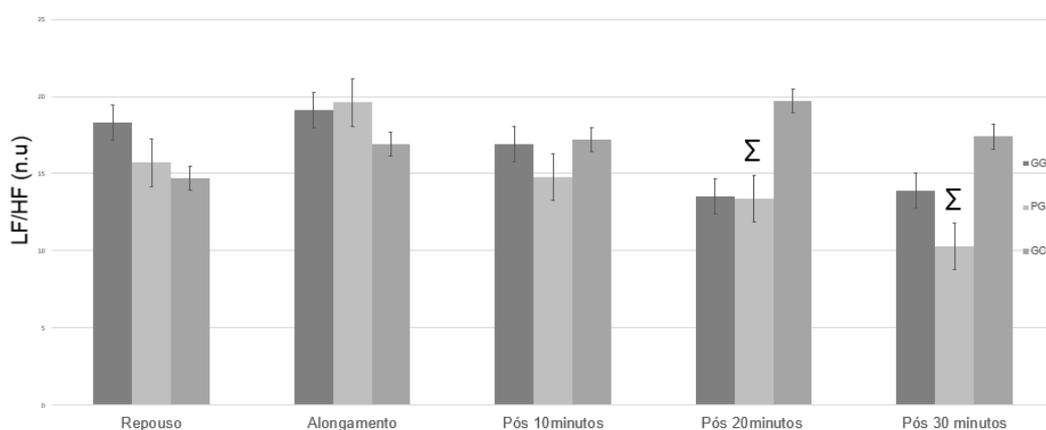


Figura 8 - média e desvio padrão de LF/HF. Σ-Diferença significativa em relação a pós 10 minutos. Grande Grupamento Muscular (GG). Pequeno Grupamento Muscular (PG) Grupo Controle (GC).

DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi verificar o efeito agudo do alongamento estático passivo em grandes e pequenos grupamento musculares sobre a VFC em indivíduos sedentários.

A doença cardiovascular tem o maior índice de mortes no Brasil e no mundo, associando-se a este fator devemos destacar a inatividade física como a quarta causa de mortalidade no mundo (Cannon, 2007).

Nesse contexto, o alongamento muscular pode ser uma excelente estratégia para a melhora da função autonômica tendo maior possibilidade de aderência ao exercício físico sobretudo para os indivíduos sedentários que não desenvolveram o hábito de exercitar-se.

Os resultados desse estudo mostraram que a atividade simpática aumentou e a atividade vagal diminuiu durante o exercício de alongamento muscular para quatro séries de trinta segundos nos exercícios para isquiompléteos e gastrocnêmios, verificando que a atividade vagal foi capaz de aumentar no período pós-intervenção de forma significativa.

Os índices de RMSSD para grande grupamento muscular foram significativamente maiores pós 10, 20 e 30 minutos em relação ao repouso e para pequeno grupamento muscular foi encontrado diferenças significativas apenas no pós 20 e 30 minutos em relação ao repouso enquanto que o grupo controle verificou aumentos significativos no momento pós 30 minutos em relação ao repouso (Figura 4).

Esse aumento da estimulação parassimpática que foi verificado em função dos alongamentos musculares pode ter importante significado clínico pois a soma dos efeitos agudos pode gerar uma adaptação crônica no SNA que conhecidamente está relacionado a uma menor chance de desenvolver doenças cardiovasculares e a uma maior expectativa de vida.

Costa e Silva e colaboradores (2016) não encontraram diferenças significativas no índice RMSSD após um protocolo de alongamento estático passivo de baixo volume em oito homens treinados e poder-se-ia especular, em função disso, que o volume total de alongamento muscular e o estado de treinamento dos participantes pode ter influenciado nos resultados.

No estudo de Farinatti e colaboradores (2011), foram encontradas diferenças

significativas no índice de RMSSD após um protocolo de 3 séries de 30 segundos em indivíduos com baixa flexibilidade, ou seja, mais uma vez o volume de alongamento e o nível de flexibilidade sendo capaz demonstrar que impacta de forma significativa sobre os índices de VFC.

No entanto, no estudo de Rubini e colaboradores (2021) em que séries simples foram comparadas com séries múltiplas ambas as situações foram capazes de produzir efeitos autonômicos significativos e o volume de total de alongamento não teve interferência nos resultados tanto de indivíduos com pouca quanto nos de muita flexibilidade de forma semelhante.

Já Mueck-weymann, Janshoff e Mueck, (2004) analisaram o efeito de sessões de alongamento de forma crônica, encontrando que o índice de RMSSD teve um aumento significativo após 28 dias de exercícios, reforçando a premissa de que o somatório de efeitos agudos pode gerar um efeito crônico.

Nos índices de SDNN, houve um aumento significativo para o grande grupamento muscular nos momentos 20 e 30 min após alongamento e para pequeno grupamento muscular nos momentos 10, 20 e 30 min após e o grupo controle 20 e 30 min após.

O índice SDNN representa a VFC e esse aumento verificado após os exercícios de alongamento pode ter um importante significado clínico (Figura 5).

Parece que o tamanho do grupamento muscular alongado não foi capaz de impactar em diferentes resultados, Farinatti e colaboradores (2011) verificaram que com um protocolo de 3 séries de 30 segundos em indivíduos com baixa flexibilidade foi possível encontrar um aumento dos índices de SDNN durante o exercício de alongamento e uma diminuição durante a recuperação pós exercício o que confronta com os resultados desse estudo que mesmo demonstrando diferenças significativas para os diferentes grupamentos alongados apenas pós exercício foi observado diferença expressiva em seus índices.

Os aumentos significativos verificados em RMSSD e SDNN no grupo controle quando comparados ao repouso talvez possa ser explicado pelo fato de alguns participantes terem cochilado durante o período correspondente ao alongamento e terem se

assustado ao despertar produzindo um ruído nos dados coletados.

Os valores de LF para os pequenos grupamentos mostraram diferenças significativas do momento pós 20 e 30 min em relação ao alongamento e diferenças significativas no momento pós 30 minutos em relação ao repouso e pós 10 minutos. Para o grande grupamento muscular e grupo controle não houve nenhuma diferença estatisticamente significativa (Figura 6).

O LF significa o comportamento da atividade simpática do SNA, o que entra em desacordo com os estudos de Costa e Silva e colaboradores (2016), Farinatti e colaboradores (2011), Logan e Yeo (2016) que não encontraram diferenças significativas nos índices de LF para todos os alongamentos utilizados, o que também pode ser explicado pelo número de participantes já que no estudo de Costa e Silva e colaboradores (2016), Farinatti e colaboradores (2011), Logan e Yeo (2016) são descritos apenas 8, 10 e 15 participantes, respectivamente.

O índice de HF é considerado o marcador para a atividade vagal, pois o que se espera logo após o exercício de alongamento muscular é o aumento do mesmo (Fagard, 2001).

No presente estudo foram encontradas diferenças significativas para o grande grupamento muscular no momento pós 10, 20 e 30 minutos apenas em relação ao alongamento.

No momento pós 20 minutos em relação ao repouso e para o pequeno grupamento muscular foi observado diferenças significativas pós 10, 20 e 30 minutos em relação ao alongamento e diferenças significativas no momento pós 30 minutos em relação ao repouso e pós 10 minutos. Ocorreu também diferenças significativas intergrupos, de pequeno grupamento muscular para grupo controle. O grupo controle não mostrou diferenças significativas.

O balanço autonômico oriundo da atividade do sistema nervoso simpático e parassimpático tem a capacidade de ser um preditor de risco de doenças cardiovasculares, sendo assim a VFC é considerada um marcador da modulação autonômica e muito utilizada para associar a doenças cardiovasculares (Buccelletti e colaboradores, 2009; Lauer, 2009, Farinatti e colaboradores, 2011).

Estudos já realizados demonstraram que o alongamento muscular é capaz de produzir alterações no controle autonômico que provavelmente ocorre pela influência dos mecanorreceptores presentes na musculatura estriada esquelética que sofrem alterações devido ao alongamento muscular (Raven, Fadel e Ogoh, 2006, Drew e colaboradores, 2008).

No presente estudo, os índices de LH/HF apenas tiveram diferenças significativas para pequeno grupamento muscular no pós 20 minutos e pós 30 minutos em comparação ao pós 10 minutos, observando uma diminuição pós exercício.

Limitações importantes devem ser destacadas, como por exemplo, o número de participantes do estudo e o instrumento utilizado para determinar o nível de atividade física dos participantes que avalia somente o indivíduo em relação a sua última semana.

CONCLUSÃO

Os achados desse estudo demonstram que o alongamento muscular estático passivo em grande e pequeno grupamento muscular é capaz de alterar a VFC que vem sendo considerada um indicador de saúde relevante para prática clínica.

O alongamento muscular tanto em grande grupamento quanto em pequeno grupamento muscular foi capaz de produzir alterações nos índices de VFC.

Tais achados favorecem assim a utilização do alongamento nos programas de treinamento físico, desmistificando a aplicação do alongamento muscular apenas para ganhos de flexibilidade e sim para auxiliar modificações autonômicas benéficas para a saúde da população.

Existem diversos fatores que podem induzir os indivíduos ao estilo de vida sedentário.

Portanto, o alongamento muscular pode ser uma excelente estratégia para resgatar os indivíduos sedentários para a vida saudável, auxiliando assim, a aderência ao exercício e a um estilo de vida mais ativo.

O alongamento para grande e pequeno grupamento muscular realizado com 4 séries de 30 segundos foi capaz de demonstrar resultados fisiológicos expressivos sobre a VFC, principalmente no que tange aos índices de RMSSD, SDNN e HF.

Entretanto, ainda se fazem necessários mais estudos sobre o tema para um melhor entendimento desse fenômeno.

REFERENCIAS

1-Almeida, M.B.; Frequência cardíaca e exercício: uma interpretação baseada em evidências. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. Vol. 9. Núm. 2. 2007. p. 196-202.

2-ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 33. Num. 12. 2001. p. 2145-2156.

3-ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 30. Num. 6. 1998. p. 975-991.

4-Araujo, G.S.; Behm D.G.; Monteiro, E.R.; Fiuza A.G.F.M.; Gomes, T.M.; Vianna J.M.; Reis, M.S.; Silva Novaes, J.S. Order Effects of resistance and stretching exercises on heart rate variability and blood pressure in healthy adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 33. Num. 10. 2018. p. 2684-2693.

5-Aubert, A.E.; Seps, B.; Beckers, F. Heart rate variability in athletes. *Sports Medicine*. Vol. 33. Num. 12. 2003. p. 889-919.

6-Benedetti, T.R.B. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. *Revista Brasileira de Medicina e Esporte*. Vol. 13. Num. 1. 2007. p. 11-16.

7-Buccelletti, E.; Gilardi, E.; Scaini, E.; Galiuto, L.; Persiani, R.; Biondi, A.; Basile, F.; Silveri, N.G. Heart rate variability and myocardial infarction: Systematic literature review and metanalysis. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. Vol. 13. Num. 4. 2009. p. 299-307.

8-Cannon, C.P. Cardiovascular disease and modifiable cardiometabolic risk factors. *Clinical Cornerstone*. Vol. 8. Num. 3. 2007. p.11-28.

9-Ciolac, E.G.; Guimarães, G.V. Exercício Físico e síndrome metabólica. *Revista Brasileira de Medicina e Esporte*. Vol. 10. Num. 4. 2004. p. 319-324.

10-Costa e Silva, G.; Conceição, R.; DiMasi, F.; Domingos, T.; Herdy, C.; Silveira, A. Low intensity static stretching does not modulate heart rate variability in trained men. *Medical Express*. Vol. 3. Num. 3. 2016. p. 1-6.

11-Cottin, F.; Médigue, C.; Papelier, Y. Effect of heavy exercise on spectral baroreflex sensitivity, heart rate, and blood pressure variability in well-trained. *American Journal of Physiology Heart and Circulatory Physiology*. Vol. 295. Num. 3. 2008. p. H1150-H1155.

12-Drew, R.C.; McIntyre, D.B.; Ring, C.; White, M.J. Local metabolite accumulation augments passive muscle stretch-induced modulation of carotid-cardiac but not carotid-vasomotor baroreflex sensitivity in man. *Experimental Physiology*. Vol. 93. Num. 9. 2008. p. 1044-1057.

13-Fagard, R.H. A population-based study on the determinants of heart rate and heart rate variability in the frequency domain. *Verhandelingen - Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België*. Vol. 63. Num. 1. 2001. p. 57-89.

14-Farinatti, P.T.V.; Brandão, C.; Soares, P.P.S.; Duarte, A.F.A. Acute effects of stretching exercise on the heart rate variability in subjects with lower flexibility levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25. Num. 6. 2011. p. 1579-1585.

15-Gualano, B.; Tinucci T. Sedentarismo, exercício físico e doenças crônicas. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. Vol. 25. 2011. p. 37-43.

16-Khattab, K. Kha.;tab, A.A.; Ortak, J.; Richardt, G.; Bonnemeier, H. Iyengar yoga increases cardiac parasympathetic nervous modulation among healthy yoga practitioners. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Vol. 4. Num. 4. 2007. p. 511-517.

- 17-Lauer, M.S. Autonomic function and prognosis. *Cleveland Clinical Journal of Medicine*. Vol. 76. Sup. 2. 2009. p. S18-S22.
- 18-Logan, J.G.; Yeo, S. Effects of stretching exercise on heart rate variability during pregnancy. *Journal of Cardiovascular Nursing*. Vol. 32. Num. 2. 2016. p. 107-111.
- 19-Lu, W.A.; Kuo, C.D. The effect of Tai Chi Chuan on the autonomic nervous modulation in older persons. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 35. Num. 12. 2003. p. 1972-1976.
- 20-Malik, M.; Camm, A.J.; Bigger, J.T.; Breithardt, G.; Cerutti, S.; Cohen, R.J.; Coumel, P.; Fallen, E.L.; Kennedy, H.L.; Kleiger, R.E.; Lombardi, F.; Malliani, A.; Moss, A.J.; Rottman, J.N.; Schmidt, G.; Schwartz, P.J.; Singer, D.H. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*, Vol. 17. Num. 3. 1996. p. 354-381.
- 21-Matsudo, S.; Araújo, T.; Matsudo, V.; Andrade, D.; Andrade, E.; Oliveira, L.C.; Braggion, G. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): Estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. Vol. 6. Num. 2. 2001. p. 5-18.
- 22-Mueck-weymann M, Janshoff G, Mueck H. Stretching increases heart rate variability in healthy athletes complaining about limited muscular flexibility. *Clinical Autonomic Research*. Vol. 14. Num. 1. 2004. p. 15-18.
- 23-Perini, R.; Veicsteinas, A. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 90. Num. 3-4. 2003. p. 317-325.
- 24-Pumprla, J.; Howorka, K.; Groves, D.; Chester, M.; Nolan, J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *International Journal of Cardiology*. Vol. 84. Num. 1. 2002. p. 1-14.
- 25-Raven, P.B.; Fadel, P.J.; Ogoh, S. Arterial baroreflex resetting during exercise: a current perspective. *Experimental Physiology*. Vol. 91. Num. 1. 2006. p. 37-49.
- 26-Rubini, E.C.; Costa, A.L.L.; Gomes, P.S.C. The effects of stretching on strength performance. *Sports Medicine*. Vol. 37. Num. 3. 2007. p. 213-224.
- 27-Rubini, E. C.; Farinatti, P.T. V.; Diano, C.C.; Oliveira, M.J.P.B.V.; Silva, E. B. Effect of single and multiple stretching sets upon the heart rate variability in individuals with high and low flexibility levels. *Human Movement*. Vol. 22. Num.3. 2021. p. 11-18.
- 28-Tapainen, J.M.; Thomsen, P.E.B.; Kober, L.; Torp-Pedersen, C.; Mäkikallio, T.H.; Still, A.; Lindgren, K.S.; Huikuri, H.V. Fractal analysis of heart rate variability and mortality after an acute myocardial infarction. *American Journal of Cardiology*. Vol. 90. Num. 4. 2002. p. 347-352.
- 29-Vanderlei, L.C.M. Noções básicas da variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*. Vol. 24. Num. 2. 2009. p. 205-217.

Recebido para publicação em 31/08/2022
Aceito em 03/09/2022