

Artigo Original

O treinamento de força com e sem o uso da plataforma vibratória é capaz de modular a variabilidade da frequência cardíaca em repouso?Rodrigo Poles Urso^{1,2}Nilo Massaru Okuno^{1,2}Mauro Alexandre Benites Batista³Valmor Tricoli³Maria Augusta Peduti Dal'Molin Kiss²Rômulo Bertuzzi^{1,2}

¹ Grupo de Estudos em Desempenho Aeróbio da USP (GEDAE-USP), Departamento de Esporte, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, SP, Brasil.

² Laboratório de Determinantes Energéticos do Desempenho Esportivo, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, SP, Brasil.

³ Laboratório de Adaptações Neuromusculares ao Treinamento de Força, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, SP, Brasil.

Resumo: Esse trabalho comparou a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) de repouso antes e após 10 semanas de treinamento de força de grupos que usaram e não usaram a plataforma vibratória. Dezessete homens saudáveis foram divididos nos grupos treinamento de força convencional (TF) ou treinamento de força sobre a plataforma vibratória a frequência de 30 Hz (TF+V30). As mensurações do desempenho de força dinâmica máxima (1-RM) no exercício meio agachamento e da VFC de repouso foram feitas antes e após o programa de treinamento. Ambos os grupos tiveram aumento significativo da força no período pós (de 15,1% no grupo TF e de 16,4% no grupo TF+V30), no entanto esse aumento se alterou na mesma magnitude para os dois grupos, não havendo diferença entre eles no desempenho de 1-RM nos períodos pré e pós-treinamento. Não foi observada diferença nas comparações entre os grupos e nas situações pré e pós-treinamento nas análises da VFC de repouso, no entanto a magnitude do *effect size* foi moderada ($ES = 0,50-0,80$) para algumas variáveis (intervalo R-R, desvio-padrão da média de todos os intervalos R-R - SDNN, raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre os intervalos R-R sucessivos - RMSSD, componente de baixa frequência ajustada por meio de logarítmico - InLF e componente de alta frequência ajustada por meio de logarítmico - InHF) no grupo TF+V30 após o período de treinamento. Conclui-se que 10 semanas de treinamento de força com e sem a presença da vibração proporcionou aumento semelhante no desempenho de 1-RM em ambos os grupos e, embora o estímulo adicional da vibração tenha dado indícios de maior atividade vagal analisado por meio do ES, nenhum dos grupos apresentou alteração significativa da VFC.

Palavras-chave: Vibração. Sistema nervoso autônomo. Força muscular.

Strength training with and without a vibration platform is capable to modulate heart rate variability?

Abstract: The current research compared resting heart rate variability (VFC) before and after 10 weeks of strength training in groups that used and did not use a vibration platform. Seventeen healthy men were divided into conventional strength training (TF) or strength training using a vibration platform with a frequency of 30 Hz (TF+V30) training groups. One repetition maximum load (1-RM) on half squat exercise and VFC measurements were determined pre- and post-training program. Both groups had improved 1-RM load after the program (15.1% in TF group and 16.4% in TF+V30 group), although this increase was changed in the same extent for the two groups and there was no difference in 1-RM load between groups pre- and post-training program. No significant difference was observed in resting VFC measurements between groups pre and post-training program, however the magnitude of the effect size was moderated ($ES = 0.50-0.80$) for some variables (R-R interval, standard deviation of all R-R interval - SDNN, RMSSD, log-transformed of low frequency - InLF, and log-transformed of high frequency - InHF) in TF+V30 group. It was concluded that 10 weeks of strength training program with or without the vibration platform provided similar increase in 1-RM load in both groups, and although some evidences in this study indicate that vibration can increase vagal activity analyzed by ES, in neither groups the strength training was able to change VFC significantly.

Keywords: Vibration. Autonomic nervous system. Muscle strength.

Introdução

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é considerada um método válido para avaliar a influência do sistema nervoso autônomo no coração ([TASK FORCE](#), 1996). A maior VFC é verificada em repouso devido ao neurotransmissor chamado acetilcolina, liberado nos terminais vagais, ser removido rapidamente, ocasionando maiores flutuações no intervalo R-R. Já em situações de estresse, seja físico ou mental, há uma maior atividade simpática e o neurotransmissor liberado é a norepinefrina. Nesse caso, a remoção mais lenta desse neurotransmissor ocasiona menor VFC ([LIMA; KISS](#), 1999). Esse mecanismo é importante para o ajuste da frequência cardíaca em situações de repouso, em que há uma maior atuação do sistema nervoso parassimpático, e em exercício, em que há a predominância simpática ([LIMA; KISS](#), 1999). Sua mensuração tem sido amplamente utilizada devido a relativamente baixo custo operacional e pela praticidade do seu uso tanto na área clínica, demonstrando alta associação com morbidade cardiovascular e taxa de mortalidade ([BIGGER](#) et al., 1992), quanto nas Ciências do Esporte, com a finalidade de avaliar o efeito do treinamento físico nas respostas cardiovasculares ([AUBERT](#) et al., 2003).

Alguns estudos mostraram que o treinamento aeróbio melhora o balanço simpato-vagal avaliado por meio da VFC, aumentando a atividade parassimpática e/ou reduzindo a atividade simpática, sendo que o primeiro tem efeito cardioprotetor ([CARTER](#) et al., 2003; [COLLIER](#) et al., 2009; [STEIN](#) et al., 1999). Assim, a melhor modulação autonômica parece ser importante tanto para a saúde, reduzindo o risco de incidência de problemas cardiovasculares ([TSUJI](#) et al., 1996), quanto para a organização e prescrição do treinamento aeróbio ([KIVINIEMI](#) et al., 2007). Porém, diferentemente do estímulo aeróbio, o treinamento de força parece não influenciar na mesma magnitude a modulação autonômica cardíaca. A maior parte dos estudos que tentou verificar essa possível influência não apresentou resultados que mostrassem alterações significantes nos parâmetros de VFC de repouso ([COLLIER](#) et al., 2009; [COOKE](#); [CARTER](#), 2005; [TAKAHASHI](#) et al., 2009). No entanto, [Taylor](#) et al. (2003) observaram uma tendência no

aumento da VFC de repouso após um programa de treinamento isométrico de 10 semanas na tarefa de preensão manual aplicado em idosos hipertensos.

O treinamento de força não demonstrou nenhuma alteração nos parâmetros cardíacos analisados provavelmente devido a esse tipo de intervenção ocasionar maiores adaptações neuromusculares do que cardiovasculares ([COLLIER](#) et al., 2009; [COOKE](#); [CARTER](#), 2005; [TAKAHASHI](#) et al., 2009). No entanto, recentemente uma forma de treinamento que tem despertado interesse por parte dos pesquisadores é o treinamento de força associado à plataforma vibratória. Alguns indicativos têm demonstrado que o treinamento vibratório ocasiona uma maior resposta de consumo de oxigênio e frequência cardíaca do que na situação sem a vibração ([COCHRANE](#) et al., 2010; [RITTWEGER](#) et al., 2001). Parte dessas respostas agudas é devida a alterações hemodinâmicas, desencadeadas pelo aumento da atividade simpática durante o exercício ([BOVENZI](#); [GRIFFIN](#), 1997). Além disso, acredita-se que o treinamento de força sobre a plataforma vibratória leva a maiores adaptações fisiológicas devido à diminuição no limiar de despolarização e ao maior recrutamento de unidades motoras com fibras muscular do tipo II e conseqüentemente, maior mobilização de sobrecarga durante o treinamento ([BONGIOVANNI](#); [HAGBARTH](#), 1990). De fato, o aumento da intensidade num programa de treinamento de força é capaz de gerar uma maior sobrecarga ao sistema cardiovascular ([ALCARAZ](#) et al., 2008). Adicionalmente, o treinamento com a plataforma vibratória ocasiona aumento no consumo máximo de oxigênio ([BOGAERTS](#) et al., 2009), e esta variável apresenta relação com a VFC de repouso ([HAUTALA](#) et al., 2003). Dessa forma, acredita-se que o treinamento vibratório associado ao treinamento de força realizado de maneira crônica ocasione alteração na VFC de repouso do indivíduo.

Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi comparar a resposta da VFC de repouso após um programa de treinamento de força entre grupos que usaram e não usaram a plataforma vibratória durante a execução do exercício meio agachamento. A hipótese era que o grupo submetido ao programa de treinamento de força com vibração apresentaria maior aumento da VFC de repouso quando comparado ao grupo

que realizou o programa sem a presença da vibração, em virtude de uma elevação da atividade parassimpática e/ou diminuição da simpática em repouso.

Métodos

Amostra

Participaram do estudo 17 sujeitos do sexo masculino com idades entre 18 e 35 anos. Durante um período de 10 semanas, nove indivíduos ($26,0 \pm 4,4$ anos, $77,5 \pm 9,6$ kg e $1,77 \pm 0,05$ m) realizaram o treinamento de força convencional no exercício meio agachamento (grupo TF), e outros oito ($24,5 \pm 3,6$ anos, $72,6 \pm 9,4$ kg e $1,74 \pm 0,07$ m) realizaram o mesmo exercício associado à vibração (grupo TF+V30). Os grupos foram divididos a partir da aleatorização gerada pelo software Excel 2010. Os participantes eram moderadamente ativos (praticantes de exercício físico 2-3 vezes por semana) e, a partir do questionário PAR-Q, não foi diagnosticado nenhum possível problema que os impossibilitassem de participar do estudo. Anteriormente à realização dos testes, os sujeitos foram instruídos a não ingerirem bebidas alcoólicas ou cafeinadas e a não realizarem atividades físicas 24 h antecedentes a cada sessão experimental. Os testes foram conduzidos pelo menos duas horas após o indivíduo ter realizado uma refeição para evitar possíveis desconfortos gástricos durante a realização dos exercícios. Previamente ao início das coletas, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (protocolo 2009/50).

Medidas antropométricas

Antes de serem submetidos ao programa de treinamento de força, foram mensuradas a massa

corporal dos sujeitos por meio de uma balança digital PL180 (Filizola®, São Paulo, Brasil) e a estatura através de um estadiômetro de madeira.

Teste de força dinâmica máxima

A força muscular dinâmica máxima foi determinada por meio do teste de 1-RM no exercício meio agachamento realizado no aparelho de barra guiada (Smith machine, Cybex International, Medway, MA, EUA). Anteriormente ao teste foi realizado um aquecimento durante cinco minutos a $8,5 \text{ km.h}^{-1}$ na esteira. Após três minutos de descanso, os sujeitos realizaram o aquecimento específico no exercício meio agachamento composto por uma série de cinco repetições a $\sim 50\%$ de 1-RM, uma série de três repetições a $\sim 70\%$ de 1-RM e uma série de uma repetição a $\sim 90\%$ de 1-RM. Houve um intervalo de dois minutos entre cada série de aquecimento e de três minutos entre o aquecimento e o início do teste de 1-RM. Os indivíduos foram orientados para completarem um ciclo completo de movimento em cada tentativa. A técnica de execução do exercício meio agachamento foi padronizada, na qual durante a fase excêntrica do exercício os joelhos deviam se flexionar em uma angulação de aproximadamente 90° . Para controlar a angulação foi colocado um caixote de madeira atrás do indivíduo, sendo que os sujeitos tinham que tocar os glúteos para iniciar a transição da fase excêntrica para concêntrica de cada repetição. Além disso, foram feitas demarcações no chão para padronizar o posicionamento dos pés dos indivíduos. Os ajustes de carga foram feitos de acordo com a avaliação do pesquisador responsável. Tal procedimento foi repetido em um máximo de cinco tentativas.

Tabela 1. Programa de treinamento de força para os grupos TF e TF+V30.

	Número de séries	Número de repetições máximas
Semana 1	3	10-12
Semana 2-3	4	10-12
Semana 4	4	8-10
Semana 5-6	5	8-10
Semana 7	4	6-8
Semana 8-9	5	6-8
Semana 10	3	6-8

Protocolo do Treinamento de força

O grupo TF realizou o treinamento de força convencional com o exercício meio

agachamento, ao passo que o grupo TF+V30 realizou o mesmo exercício sobre uma plataforma vibratória a frequência de 30 Hz e

amplitudes de 2-4 mm (Fitvibe, GymnaUniphy NV, Bilzen, Bélgica). Os dois grupos realizaram o programa periodizado de treinamento durante 10 semanas, com frequência semanal de duas vezes em dias não consecutivos. Previamente a cada sessão de treino foi realizado um aquecimento de cinco minutos na esteira a 8,5 km.h⁻¹, seguido por dois minutos de descanso. Após isso, os sujeitos realizaram o treino de acordo com a Tabela 1. O intervalo entre as séries em todas as sessões de treinamento foi de dois minutos. A técnica de execução do exercício foi a mesma adotada no teste de 1-RM.

Mensuração da variabilidade da frequência cardíaca

A VFC foi mensurada antes e após os sujeitos realizarem o programa de treinamento. Os intervalos R-R de repouso foram registrados a uma frequência de aquisição de 1000 Hz durante 10 minutos por meio do cardiofrequencímetro Polar RS800CX (Polar Electro OY, Kempele, Finlândia) com os sujeitos permanecendo em posição sentada. Para as análises foram utilizados apenas os registros dos 5 minutos finais. A filtragem para eliminar algum possível ruído presente no registro do intervalo R-R foi feito pelo software Polar ProTrainer 5. Posteriormente, os dados foram exportados para o software Kubios HRV para realizar as análises no domínio do tempo e no domínio da frequência. As análises verificadas no domínio do tempo foram a média dos intervalos R-R, desvio-padrão da média de todos os intervalos R-R normais (SDNN) e a raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre os intervalos R-R sucessivos (RMSSD). No domínio da frequência, foram verificados os componentes de alta

frequência (HF – 0,15-0,40) e de baixa frequência (LF – 0,04-0,15) em unidades absolutas e normalizadas e a razão LF/HF utilizando o modelo de análise auto-regressivo.

Análise Estatística

A normalidade dos dados foi analisada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Os dados estão apresentados como média ± desvio padrão (DP) e intervalo de confiança de 95% (95%IC). Para normalizar a distribuição foi feita transformação logarítmica para os valores absolutos de HF (lnHF) e LF (lnLF). Os resultados do teste de força dinâmica máxima (1-RM) e os parâmetros da VFC tanto no domínio do tempo quanto no domínio da frequência foram comparados por meio de análise de modelos mistos, tendo grupo (TF e TF+V30) e tempo do treinamento (pré e pós) como fatores fixos, e sujeitos como fatores aleatórios. Quando um valor F foi significativo, a identificação das diferenças foi realizada por meio do teste *post hoc* de Tukey. A significância adotada para todas as análises foi de $p < 0,05$. A análise de comparação foi complementada por meio da análise de tamanho do efeito (*effect size*). Para a realização das análises foi utilizado o pacote estatístico SAS 9.2.

Resultados

Tanto o grupo TF (139 ± 21 kg para 160 ± 27 kg) quanto o grupo TF+V30 (140 ± 20 kg para 163 ± 24 kg) tiveram um aumento significativo no desempenho de força dinâmica máxima (1-RM) após o período de treinamento ($p < 0,01$). Quando comparado o desempenho de força entre os grupos, não foram observadas diferenças entre eles nos momentos pré e pós-treinamento ($p > 0,05$).

Tabela 2. Valores dos parâmetros analisados da VFC no domínio do tempo e da frequência nos momentos pré e pós-treinamento de força nos grupos TF e TF+V30.

	Grupo TF		ES	Grupo TF+V30		ES
	Pré Média ± DP (95%IC)	Pós Média ± DP (95%IC)		Pré Média ± DP (95%IC)	Pós Média ± DP (95%IC)	
FC (bpm)	77,4 ± 10,4 (69,4-85,3)	75,8 ± 8,3 (69,4-82,2)	-0,18	79,8 ± 11,7 (70,0-89,6)	74,6 ± 11,4 (65,0-84,1)	-0,49
R-R (ms)	792 ± 104 (712-872)	806 ± 95 (733-880)	0,15	771 ± 117 (673-870)	830 ± 127 (724-937)	0,51
SDNN (ms)	61,6 ± 23,4 (43,6-79,5)	56,3 ± 32,5 (31,4-81,3)	-0,20	62,4 ± 31,3 (36,3-88,6)	82,8 ± 29,5 (58,1-107,5)	0,72
RMSSD (ms)	42,9 ± 22,8 (25,4-60,4)	40,7 ± 20,5 (24,9-56,4)	-0,11	44,2 ± 26,4 (22,1-66,3)	59,2 ± 28,7 (35,2-83,3)	0,58
lnLF (ms ²)	7,29 ± 0,82 (6,74-7,85)	7,08 ± 0,55 (6,66-7,51)	-0,35	7,36 ± 0,89 (6,62-8,11)	7,81 ± 0,76 (7,18-8,45)	0,58
lnHF (ms ²)	6,19 ± 1,31 (5,18-7,20)	6,13 ± 0,98 (5,38-6,88)	-0,05	6,38 ± 1,06 (5,50-7,27)	6,99 ± 1,03 (6,13-7,86)	0,62
LF (n.u.)	72,8 ± 13,3 (62,3-86,0)	71,1 ± 10,1 (63,3-78,9)	-0,16	71,9 ± 8,1 (65,1-78,7)	67,7 ± 17,9 (52,7-82,6)	-0,33
HF (n.u.)	27,2 ± 13,3 (17,0-37,4)	28,9 ± 10,1 (21,1-36,7)	0,16	28,1 ± 8,1 (21,3-34,9)	32,4 ± 17,9 (17,4-43,3)	0,33
LF/HF	3,87 ± 2,86 (1,68-6,07)	2,96 ± 1,66 (1,68-4,23)	-0,42	2,92 ± 1,50 (1,66-4,17)	2,99 ± 1,27 (1,09-4,90)	0,04

Valores estão apresentados em média ± desvio padrão.

Effect size (ES): trivial (0 – 0,2), baixo (0,2 – 0,5) e moderado (0,5 – 0,8).

Batimentos por minuto (bpm), milissegundos (ms), milissegundos ao quadrado (ms²), unidades normalizadas (n.u.).

As análises da VFC no domínio do tempo e no domínio da frequência também não apresentaram diferenças significantes entre os grupos nos períodos pré e pós-treinamento ($p > 0,05$). Entretanto, a análise desses dados pelo *effect size* revelou que para grupo TF+V30 o intervalo R-R (ES = 0,51), o SDNN (ES = 0,72), RMSSD (ES = 0,58), lnLF (ES = 0,58) e lnHF (0,62) tiveram valores moderados após o período de treinamento, e as demais variáveis (FC, LF e HF) resultaram num valor baixo ($0,2 < ES < 0,5$) e trivial (LF/HF – ES = 0,04). Por outro lado, para o grupo TF, com exceção da razão LF/HF (ES = -0,42) e lnLF (ES = -0,35), todos os valores foram triviais (Tabela 2).

Discussão

O presente estudo teve como objetivo comparar a resposta dos parâmetros da VFC de repouso após um programa de treinamento de força associado ou não ao uso da vibração. Após 10 semanas de treinamento foi verificado aumento na força dinâmica máxima em ambos os grupos, no entanto, sem alteração na regulação autonômica cardíaca.

O incremento da carga no teste de 1-RM após o período de intervenção foi semelhante entre os grupos TF (15,1%) e TF+V30 (16,4%). Esses resultados indicam que o estímulo para o aumento da força muscular com e sem a vibração foi equivalente entre os grupos e provavelmente dependente do volume executado durante o período de treinamento. Com um protocolo de treinamento semelhante ao do presente estudo, [Rønnestad](#) (2004) tentou verificar a efetividade do treinamento no exercício agachamento executado sobre a plataforma vibratória a 40 Hz. Este autor também observou que não houve diferença entre os grupos para o incremento da carga no teste de 1-RM que realizaram o treinamento de força com e sem a vibração (aumento de 31,5% e 24,3%, respectivamente). De forma semelhante, [Kvorning](#) et al. (2006) não observaram diferenças significantes na força de contração isométrica voluntária máxima no exercício leg press após nove semanas de treinamento de força com e sem vibração (aumento de 12% e 9%, respectivamente).

Apesar de não ser verificada diferença significativa na alteração da força muscular entre os grupos TF e TF+V30, foi hipotetizado que o grupo submetido ao programa de treinamento de força com vibração apresentaria maior aumento nos parâmetros da VFC de repouso quando comparado ao grupo que realizou o programa sem a presença da vibração. Essa adaptação poderia ter ocorrido uma vez que a vibração poderia ocasionar maiores adaptações no controle autonômico cardíaco, visto que alguns estudos demonstraram que o estímulo agudo de vibração gera maiores respostas cardiovasculares, de consumo de oxigênio e ocasiona aumento da atividade simpática durante o exercício ([BOVENZI](#); GRIFFIN, 1997; [COCHRANE](#) et al., 2010; [RITTWEGER](#), et al., 2001). Assim, esperava-se que o TF+V30 poderia proporcionar um aumento da VFC de repouso devido a um maior estresse hemodinâmico durante o treinamento quando comparado ao grupo que realizou apenas o TF. No entanto, não foi observada diferença significativa entre os grupos após a intervenção nas variáveis analisadas tanto no domínio do tempo quanto no domínio da frequência. A provável explicação para esse achado seria que o estímulo vibratório em conjunto com o TF, não ocasiona estimulação suficiente no sistema autonômico cardíaco para ocasionar diferentes adaptações em relação ao grupo que realizou apenas o TF.

Adicionalmente, quando foram comparadas as situações pré e pós-treinamento não foram observadas alterações significantes nos parâmetros da VFC de repouso em nenhum dos grupos. Tais resultados vão de encontro com outros estudos que avaliaram a influência do treinamento de força na VFC ([COLLIER](#) et al., 2009; [COOKE](#); CARTER, 2005), nos quais não foram observadas alterações significantes tanto em análises no domínio do tempo (intervalo R-R e SDNN) quanto nas do domínio da frequência (LF e HF). Entretanto, as análises de *effect size* nesse estudo mostraram que o estímulo adicional da plataforma vibratória proporcionou valores moderados para SDNN, RMSSD e lnHF quando comparados com os valores anteriores ao início do período de treinamento. Esses resultados podem representar um indicativo de uma maior atividade vagal no grupo que realizou o treinamento sobre a plataforma vibratória. Os

poucos estudos que mostraram diferenças nos parâmetros da VFC após TF foram feitos com populações especiais, como em mulheres com fibromialgia (FIGUEROA et al., 2008) e em idosos hipertensos (TAYLOR et al., 2003). Até o presente momento o mesmo não foi observado em estudos com amostra de adultos jovens saudáveis (COOKE; CARTER, 2005). Dessa forma, supõe-se que o TF não apresenta efeitos significantes sobre a VFC de repouso em indivíduos jovens saudáveis.

Embora o presente estudo não tenha encontrado alterações significantes na VFC de repouso após 10 semanas de TF com ou sem vibração, diferentes estratégias de treinamento de força com a vibração ainda devem ser melhores estudadas manipulando a duração da sessão e a frequência semanal, e utilizando um maior número de exercícios a fim de verificar a influência desse tipo de treinamento no sistema nervoso autônomo, considerando que uma melhor modulação autonômica pode proporcionar benefícios para a saúde. Além disso, seria interessante verificar o efeito do treinamento de força com a utilização da plataforma vibratória em diferentes populações, ao passo que em indivíduos portadores de necessidades especiais como fibromialgia, hipertensos e idosos são verificados maiores alterações na VFC. As limitações do presente estudo foi o número reduzido de sujeitos, aumentando a chance de erro tipo II (β), e a ausência de registro da resposta aguda de frequência cardíaca e/ou consumo de oxigênio durante as intervenções, para suportar a noção de que a demanda cardiorrespiratória foi maior no grupo que realizou o treinamento de força com a plataforma vibratória.

Dessa forma, conclui-se que 10 semanas de treinamento de força com e sem a presença da vibração proporcionou aumento semelhante nos grupos TF e TF+V30 no desempenho de força dinâmica máxima (1-RM) no exercício meio agachamento, e embora o estímulo adicional da vibração tenha dado indícios de maior atividade vagal analisado por meio do ES, o treinamento de força em nenhum dos grupos foi capaz de alterar significativamente a modulação autonômica.

Referências

- ALCARAZ, P. E.; SÁNCHEZ-LORENTE, J.; BLAZEVIČH, A. J. Physical performance and cardiovascular responses to an acute bout of heavy resistance circuit training versus traditional strength training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v.22, n.3, p.667-671, 2008.
- AUBERT, A. E.; SEPS, B.; BECKERS, F. Heart rate variability in athletes. **Sports Medicine**, Auckland, v.33, n.12, p.889-919, 2003.
- BIGGER Jr, J. T.; FLEISS, J. L.; STEINMAN, R. C.; ROLNITZKY, L. M.; KLEIGER, R. E.; ROTTMAN, J. N. Frequency domain measures of heart period variability and mortality after myocardial infarction. **Circulation**, Baltimore, v.85, n.1, p.164-171, 1992.
- BOGAERTS, A. C.; DELECLUSE, C.; CLAESSENS, A. L.; TROOSTERS, T.; BOONEN, S.; VERSCHUEREN, S. M. Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial). **Age and Ageing**, London, v.38, n.4, p.448-454, 2009.
- BONGIOVANNI, L. G.; HAGBARTH, K. E. Tonic vibration reflexes elicited during fatigue from maximal voluntary contractions in man. **The Journal of Physiology**, Cambridge, v.423, p.1-14, 1990.
- BOVENZI, M.; GRIFFIN, M. J. Haemodynamic changes in ipsilateral and contralateral fingers caused by acute exposures to hand transmitted vibration. **Occupational and Environmental Medicine**, London, v.54, n.8, p.566-576, 1997.
- CARTER, J. B.; BANISTER, E. W.; BLABER, A. P. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. **Sports Medicine**, Auckland, v.33, n.1, p.33-46, 2003.
- COCHRANE, D. J.; STANNARD, S. R.; FIRTH, E. C.; RITTWEGER, J. Comparing muscle temperature during static and dynamic squatting with and without whole-body vibration. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, Oxford, v.30, n.4, p.223-229, 2010.
- COLLIER, S. R.; KANALEY, J. A.; CARHART, R. JR.; FRECHETTE, V.; TOBIN, M. M.; BENNETT, N.; LUCKENBAUCH, A. N.; FERNHALL, B. Cardiac autonomic function and baroreflex changes following 4 weeks of resistance versus aerobic training in individuals with pre-hypertension. **Acta Physiologica**, Oxford, v.195, n.3, p.339-348, 2009.
- COOKE, W. H.; CATER, J. R. Strength training does not affect vagal-cardiac control or

cardiovagal baroreflex sensitivity in young healthy subjects. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v.93, n.5-6, p.719-725, 2005.

FIGUEROA, A.; KINGSLE, J. D.; MCMILLAN, V.; PANTON, L. B. Resistance exercise training improves heart rate variability in women with fibromyalgia. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, Oxford, v.28, n.1, p.49-54, 2008.

HAUTALA, A.; MÄKIKALLIO, T. H.; KIVINIEMI, A.; LAUKKANEN, R. T.; NISSLÄ, S.; HUIKURI, H. V.; TULPPO, M. P. Cardiovascular autonomic function correlates with the response to aerobic training in healthy sedentary subjects. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, Bethesda, v.285, n.4, p.H1747-1752, 2003.

KIVINIEMI, A. M.; HAUTALA, A. J.; KINNUNEN, H.; TULPPO, M. P. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v.101, n.6, p.743-751, 2007.

KVORNING, T.; BAGGER, M.; CASEROTTI, P.; MADSEN, K. Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v.95, n.5, p.615-625, 2006.

LIMA, J. R. P.; KISS, M. A. P. D. M. Limiar de Variabilidade da frequência cardíaca. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Londrina, v.4, n.1, p.29-38, 1999.

RITTWEGER, J.; EHRIG, J.; JUST, K.; MUTSCHELKNAUSS, M.; KIRSCH, K. A.; FELSEBERG, D. Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude, and external load. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.23, n.6, p.428-432, 2001.

RØNNESTAD, B. R. Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v.18, n.4, p.839-845, 2004.

STEIN, P. K.; EHSANI, A. A.; DOMITROVICH, P. P.; KLEIGER, R. E.; ROTTMAN, J. N. Effect of exercise training on heart rate variability in healthy older adults. **American Heart Journal**, Saint Luis, v.138, n.3 Pt1, p.567-576, 1999.

TAKAHASHI, A. C.; MELO, R. C.; QUITÉRIO, R. J.; SILVA, E.; CATAI, A. M. The effect of eccentric strength training on heart rate and on its

variability during isometric exercise in healthy older men. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v.105, n.2, 315-323, 2009.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY OF THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING ELECTROPHYSIOLOGY. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **Circulation**, Baltimore, v.93, n.5, p.1043-1065, 1996.

TAYLOR, A. C.; MCCARTNEY, N.; KAMATH, M. V.; WILEY, R. L. Isometric training lowers resting blood pressure and modulates autonomic control. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Hagerstown, v.35, n.2, p.251-256, 2003.

TSUJI, H.; LARSON, M. G.; VENDITTI, F. J. JR.; MANDERS, E. S.; EVANS, J. C.; FELDMAN, C. L.; LEVY, D. Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. The Framingham Heart Study. **Circulation**, Baltimore, v.94, n.11, p.2850-2855, 1996.

Apoio financeiro: Rodrigo Poles Urso foi financeiramente suportado por uma bolsa de estudos da FAPESP (número do processo 2010/15092-0). Nilo Massaru Okuno foi financeiramente suportado por uma bolsa de estudos do CNPq.

Endereço:
Rodrigo Poles Urso
Departamento de Esporte – Escola de Educação Física e Esporte – Universidade de São Paulo.
Av. Prof. Mello Moraes, 65 Cidade Universitária
São Paulo SP Brasil
05508-030.
Telefone: (11) 3091-3120/ Fax: 3813-5091.
e-mail: rodrigo.urso@usp.br

Recebido em: 19 de setembro de 2011.

Aceito em: 13 de abril de 2012.



Motriz. Revista de Educação Física. UNESP, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1980-6574 - está licenciada sob [Creative Commons - Atribuição 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)