

**Marianne Penachini da Costa de Rezende Barbosa**



**INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO FUNCIONAL  
SOBRE A MODULAÇÃO AUTÔNOMICA CARDÍACA, FORÇA  
MUSCULAR, PARÂMETROS CARDIORRESPIRATÓRIOS E  
QUALIDADE DE VIDA EM MULHERES JOVENS SAUDÁVEIS.**

**Presidente Prudente**

**2014**

**Programa de Pós-graduação em Fisioterapia**

**Marianne Penachini da Costa de Rezende Barbosa**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós - graduação em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Marques Vanderlei

**Presidente Prudente**

**2014**

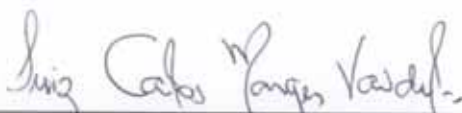
#### FICHA CATALOGRÁFICA

B199i      Barbosa, Marianne Penachini da Costa de Rezende.  
Influência do treinamento resistido funcional sobre a modulação autonômica cardíaca, força muscular, parâmetros cardiorrespiratórios e qualidade de vida em mulheres jovens saudáveis / Marianne Penachini da Costa de Rezende Barbosa. - Presidente Prudente : [s.n], 2014  
xii, 91 f. : il.

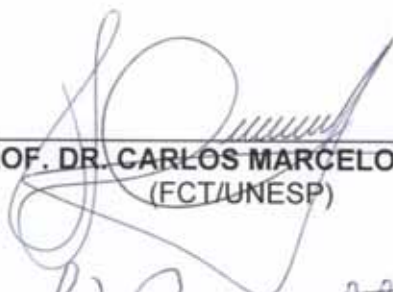
Orientador: Luiz Carlos Marques Vanderlei  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Inclui bibliografia

1. Sistema nervoso autônomo. 2. Treinamento resistido. 3. Atividades de vida diária. I. Vanderlei, Luiz Carlos Marques. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

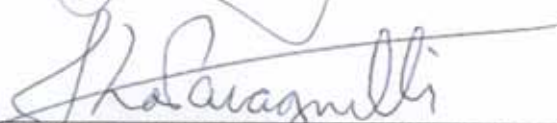
**BANCA EXAMINADORA**



**PROF. DR. LUIZ CARLOS MARQUES VANDERLEI**  
(ORIENTADOR)



**PROF. DR. CARLOS MARCELO PASTRÉ**  
(FCT/UNESP)



**PROF. DR. FRANCIS LOPES PACAGNELI**  
(UNOESTE)



**MARIANNE PENACHINI DA COSTA DE REZENDE BARBOSA**

PRESIDENTE PRUDENTE (SP), 29 DE JULHO DE 2014.

**RESULTADO:**

*Aprovado*



*Dedico esta dissertação a aqueles que chamo de amores da minha vida...*



*É difícil descrever com palavras aquilo que se agradece com o coração...*

*Sendo assim, de uma forma simples, mas repleta de amor e gratidão... Agradeço primeiramente a Deus, por ser soberano em todos os sentidos na minha vida! E por mais essa conquista que é mérito Dele!*

*Agradeço pela confiança e paciência, do meu querido orientador, Profº Drº Luiz Carlos Marques Vanderlei, ao qual eu admiro e respeito grandemente não apenas pelas suas qualidades como mestre ao longo desses quase 5 anos de trabalho juntos, mas também pelo ser humano sensível e doce que é, o qual eu chamo carinhosamente de “chefe”.*

*Agradeço aos meus honrados pais, pelo amor sem limites dedicado e pelos cuidados e ensinamentos ao longo da minha vida, que hoje me proporcionam defender essa tese. Obrigada mãe, pelas infinitas conversas e ligações que me enchem de amor, me inspiram, me dão forças e direção! Obrigada por me ensinar a vencer os meus medos e a ser alegre e determinada!*

*Agradeço aos meus amados irmãos, Billy e Gio, por simplesmente estarem sempre ao meu lado!!! Vocês são essências!*

*Agradeço ao meu marido, companheiro de vida, Fabio; pelo seu amor, apoio, incentivo e principalmente cumplicidade ao longo dessa caminhada juntos!*

*Agradeço a toda a minha família, pela convivência que me fortalece e me faz crescer.*

*Agradeço as minhas “florzinhas maravilhosas”, por fazerem da minha estrada um caminho colorido e alegre e por serem mais que amigas que me ajudavam nas tarefas acadêmicas, mas confidentes de vida! Em especial: Maravilhosa, Line e Kastellinha.*

*Agradeço ao Laboratório de Fisiologia do Estresse pelo companheirismo de todos esses anos e também as minhas “filhinhas” (Carol, Paula e Thais) pelo crescimento e aprendizado proporcionado ao ajudá-las com o trabalho de graduação.*

*Agradeço aos amigos que fazem parte desta conquista e a todos aqueles, sejam colegas de trabalho, mestrandos, professores do curso de fisioterapia e funcionários da FCT-Unesp de Presidente Prudente, que de alguma forma contribuíram para a concretização desse trabalho e para o meu crescimento profissional e pessoal.*

*Por fim agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro e também a todas voluntárias que participaram deste ensaio clínico.*

*A cada um de vocês, Muito obrigada*





*“O saber se aprende com os mestres. A sabedoria, só com o corrigueiro da vida.”*

*Gora Coralina*



## SUMÁRIO

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Apresentação .....                                                         | 12 |
| 2. Resumo .....                                                               | 15 |
| 3. Abstract .....                                                             | 17 |
| 4. Introdução .....                                                           | 19 |
| a. Artigo I .....                                                             | 24 |
| b. Artigo II .....                                                            | 49 |
| 5. Conclusões.....                                                            | 70 |
| 6. Referências .....                                                          | 72 |
| 7. Anexos .....                                                               | 76 |
| a. Normas do periódico: “Journal of Physical Activity & Health” .....         | 77 |
| b. Normas do periódico: “Journal of Strength and Conditioning Research” ..... | 82 |



Este é um modelo alternativo de dissertação e contempla a pesquisa intitulada: **Influência do treinamento resistido funcional sobre a modulação autonômica cardíaca, força muscular, parâmetros cardiorrespiratórios e qualidade de vida em mulheres jovens saudáveis**, realizada no Laboratório de Fisiologia do Estresse da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP.

Em concordância com as normas do modelo alternativo do Programa de Pós Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, a presente dissertação está dividida da seguinte forma:

- \* Introdução, contendo a contextualização do tema pesquisado;
- \* Artigo I: Barbosa MPCR, Júnior JN, Cassemiro BM, Souza NM, Bernardo AFB, Silva AKF, Pastre CM, Vanderlei LCM. Impacto do treinamento funcional sobre a modulação autonômica cardíaca, parâmetros cardiorrespiratórios, força muscular e qualidade de vida em mulheres saudáveis, submetido para análise ao periódico: Journal of Physical Activity & Health.
- \* Artigo II: Barbosa MPCR, Júnior JN, Cassemiro BM, Bernardo AFB, Silva AKF, Vanderlei FM, Pastre CM, Vanderlei LCM. Efeitos do treinamento funcional sobre índices geométricos de variabilidade da frequência cardíaca, submetido para análise ao periódico: Journal of Strength and Conditioning Research.
- \* Conclusões, obtidas por meio da pesquisa realizada; e
- \* Referências, cujo formato é recomendado pelo Comitê Internacional de Editores de Jornais Médicos (ICMJE – *Internacional Committe of Medical Journal Editours*), para apresentação das fontes utilizadas na redação da introdução.

Ressalta-se que os artigos estão formatos e apresentados conforme as normas para apresentação da dissertação, porém foram submetidos de acordo com as normas de cada periódico, apresentadas em anexo.





**Introdução:** O treinamento funcional promove benefícios sobre diversas aptidões musculares, entretanto, ainda é desconhecido o seu efeito sobre a modulação autonômica cardíaca, parâmetros cardiorrespiratórios e qualidade de vida em população adulta e saudável. **Objetivos:** Avaliar a influência de um treinamento funcional sobre a modulação autonômica cardíaca, parâmetros cardiorrespiratórios, força muscular e qualidade de vida em mulheres jovens saudáveis. **Métodos:** Para sua realização foram avaliados dados de 29 mulheres, as quais foram distribuídas em dois grupos: Grupo Treinamento Funcional (GTF;  $n = 13$ ;  $23 \pm 2,51$  anos; índice de massa corpórea (IMC) de  $21,90 \pm 2,82 \text{ Kg/m}^2$ ) e Grupo Controle (GC;  $n = 16$ ;  $20,56 \pm 1,03$  anos; IMC de  $22,12 \pm 3,86 \text{ Kg/m}^2$ ). O GTF realizou treinamento funcional periodizado por 12 semanas com frequência de 3 vezes na semana, com sessões de 60 minutos de duração. Os dois grupos realizaram as seguintes avaliações antes e após o treinamento: modulação autonômica, parâmetros cardiorrespiratórios, força muscular (teste de 1RM de cada um dos exercícios utilizados no treinamento) e qualidade de vida (Questionário SF-36). Para avaliação da modulação autonômica a frequência cardíaca foi captada batimento a batimento em repouso na posição supina com respiração espontânea por 30 minutos e índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foram obtidos nos domínios do tempo e frequência pelo *software* Kubios HRV. Testou-se a normalidade dos dados por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, em seguida, utilizou-se o teste *t* de *Student* para dados pareados quando a distribuição foi normal e o teste de *Mann-Whitney* para dados cuja distribuição foi não normal para comparar as diferenças obtidas entre o momento final menos o inicial dos grupos estudados. O nível de significância adotado foi de 5%. **Resultados:** O treinamento funcional produziu melhoras significantes na modulação autonômica ( $p < 0,05$ ) no GTF quando comparado ao GC, verificou-se aumentos nos valores dos intervalos RR e dos índices RMSSD, SDNN, LF( $\text{ms}^2$ ), HF( $\text{ms}^2$ ), RR triangular, SD1 e SD2 no GTF. A análise qualitativa do *plot* de Poincaré mostrou também aumento na dispersão dos intervalos RR batimento a batimento e a longo prazo no GTF após o treinamento. Não foram encontradas alterações nos índices LF(un), HF(un), LF/HF, TINN e SD1/SD2 e nos parâmetros cardiorrespiratórios. Já força muscular mostrou aumentos ( $p < 0,05$ ) em todos os grupos musculares treinados do GTF comparados ao GC. Essas melhoras também foram observadas nos domínios capacidade funcional, dor e aspecto geral de saúde da qualidade de vida. **Conclusão:** O treinamento funcional foi capaz de produzir melhoras na modulação autonômica, caracterizada por aumento da atividade parassimpática e da variabilidade global, força muscular e qualidade de vida, mas não nos parâmetros cardiorrespiratórios de mulheres adultas saudáveis.

**Palavras-chave:** Sistema nervoso autônomo; Treinamento resistido; Atividades de vida diária; Frequência cardíaca.



**Introduction:** Functional training promotes benefits over several muscle skills, however, its still unknown the effect on cardiac autonomic modulation, cardiorespiratory parameters and quality of life in adult healthy population.

**Objectives:** To evaluate the influence of functional training on cardiac autonomic modulation, cardiorespiratory parameters, muscle strength and quality of life in healthy young women.

**Methods:** Data were evaluated from 29 women who were divided in two groups: Functional Training Group (FTG,  $n = 13$ ,  $23 \pm 2.51$  years, body mass index (BMI) of  $21.90 \pm 2$ ,  $82\text{Kg} / \text{m}^2$ ) and Control Group (CG,  $n = 16$ ,  $20.56 \pm 1.03$  years, BMI  $22.12 \pm 3.86 \text{ kg} / \text{m}^2$ ). The FTG performed functional training periodization for 12 weeks with a frequency of 3 times a week and a session duration of 60 minutes. Both groups underwent the following assessments before and after training: autonomic modulation, cardiorespiratory parameters, muscle strength (1RM test of each of the exercises used in training) and quality of life (SF-36 questionnaire). For assessment of autonomic cardiac modulation frequency was recorded beat to beat at rest in the supine position with spontaneous breathing for 30 minutes and indexes of heart rate variability (HRV) were obtained in the time and frequency by Kubios HRV software. Data normality was tested by the Shapiro-Wilk test, then we used the t Student test for paired data when the distribution was normal and Mann-Whitney test for data which distribution was not normal to compare the differences obtained between the final minus the initial moment of the groups studied. The level of significance was set at 5%.

**Results:** Functional training produced significant improvements in autonomic modulation ( $p < 0.05$ ) when compared the FTG to CG, there were increases in the values of RR intervals, RMSSD, SDNN, LF( $\text{ms}^2$ ), HF( $\text{ms}^2$ ), RRtri, SD1 and SD2 in GTF. The qualitative analysis of the Poincaré plot also showed increased dispersion of RR intervals beat to beat and a long-term in the TFG after training. No changes were found in the indices: LF(nu), HF(nu), LF/HF, TINN and SD1/SD2 and in the cardiorespiratory parameters. Have muscle strength showed increases ( $p < 0.05$ ) in all muscle groups trained in the TFG compared to CG. These improvements were also observed in functional capacity, pain and general health aspect of quality of life.

**Conclusion:** Functional training was able to produce improvements in autonomic modulation characterized by increased parasympathetic activity and overall variability, quality of life and muscle strength, but not in cardiorespiratory parameters in healthy adult women.

**Keywords:** Autonomic nervous system; Resistance training; Activities of daily living; Heart rate.



O treinamento resistido (TR), o qual envolve exercícios nos quais ocorrem contrações voluntárias da musculatura esquelética de um determinado seguimento corporal contra alguma resistência externa<sup>1</sup>, é atualmente recomendado por várias organizações médicas para a promoção da saúde e prevenção primária e secundária de doenças cardiovasculares<sup>2,3</sup>.

Quando executado regularmente e de forma sistemática, esse tipo de treinamento promove incrementos na força e massa muscular, aumenta a densidade mineral óssea e a taxa metabólica basal auxiliando na manutenção da massa corporal e melhora a qualidade de vida<sup>2,4</sup>. Além disso, ao ser incorporado em um programa que abrange diversas aptidões físicas ele é capaz de promover também a perda de peso, a redução dos fatores de risco associados a diabetes e o risco de câncer de cólon, a prevenção da osteoporose, uma maior estabilidade dinâmica, o aumento da sensação de bem-estar, a preservação da capacidade funcional, e a melhora da função cardiovascular<sup>5,6</sup>.

Especificamente sobre a influência do treinamento resistido sobre a modulação autonômica a literatura apresenta alguns resultados controversos. Estudos utilizando treinamento resistido com duração que variou de 4 a 10 semanas realizado em diferentes populações, como: mulheres com fibromialgia<sup>7</sup>, homens idosos saudáveis<sup>8</sup>, jovens<sup>9,2</sup> e em sujeitos pré-hipertensos<sup>10</sup> não apontaram alterações na modulação autonômica após o treinamento resistido. Em contrapartida, um trabalho realizado com mulheres fibromiálgicas<sup>11</sup> mostrou que após 16 semanas de treinamento resistido houve uma melhora no tônus parassimpático e outro realizado com homens brancos e afro-americanos durante 6 semanas de treinamento mostrou que houve melhora da função autonômica cardíaca após o treinamento<sup>12</sup>. Estudos que verificaram a modulação autonômica

combinando exercícios aeróbicos com exercícios resistidos<sup>13,14</sup> também encontraram melhoras da modulação autonômica.

Outro tipo de treinamento resistido denominado treinamento resistido funcional (TRF) foi implementado fortemente nos últimos anos, com o propósito de treinar adaptações mais específicas para determinados movimentos padrões ou ações que ocorrem nas atividades de vida diária de atletas e não atletas. Ele foi delineado a partir da imitação de gestos e atividades cotidianas (como tomar banho, preparar refeições, caminhar, subir escadas, praticar esportes e trabalhar)<sup>15,16</sup>.

Diferentemente do treinamento resistido convencional (TRC), que trabalha os músculos isoladamente, usando pesos livres em suportes e em posições estáveis ou protocolos baseados em máquinas de treinamento, o TRF utilizando-se de superfícies instáveis procura recrutar diversos grupos musculares ao mesmo tempo, o que melhora o controle motor na tarefa específica, proporciona adaptações neuromusculares e exige maior ativação da musculatura do core<sup>15,17, 18</sup>.

Esse tipo de treinamento (TRF) tem sido largamente utilizado na prática clínica para manutenção da saúde<sup>15,17,19</sup>, processos de reabilitação que visam melhorar a capacidade funcional de indivíduos idosos<sup>16,20,21</sup> e, também, no treinamento de alto rendimento para melhorar a performance do gesto atlético<sup>18</sup>. Os diversos usos do TRF se devem às diferentes abordagens de cada tipo de treinamento<sup>15</sup>.

Apesar dos efeitos benéficos apontados para o TRF, a sua influência sobre a modulação autonômica ainda é desconhecida gerando uma lacuna na literatura a respeito do tema. Esse é um aspecto importante já que o sistema nervoso autônomo (SNA) controla parte das funções internas do organismo e nesse sentido merece atenção. Uma medida não invasiva, que pode ser utilizada para identificar fenômenos relacionados ao SNA, é a variabilidade da frequência cardíaca

(VFC), que descreve as oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R)<sup>22</sup>. Ainda no âmbito do TRF também são escassos os estudos que avaliem se há uma melhora da qualidade de vida dos indivíduos após a sua realização e se o ganho de força muscular é expressivo.

Levando em consideração a importância dos benefícios promovidos pelo treinamento resistido, dentre eles o TRF, as lacunas existentes na literatura referente aos efeitos produzidos pelo TRF, destaca-se a importância e a originalidade da presente dissertação, a qual foi elaborada com objetivo de avaliar o impacto do TRF sobre a modulação autonômica cardíaca, força muscular, parâmetros cardiorrespiratórios e qualidade de vida em mulheres jovens saudáveis. Para cumprir com o objetivo proposto foi realizado um ensaio clínico, o qual proporcionou a elaboração de dois artigos científicos.

O primeiro deles foi intitulado: *Impacto do treinamento funcional sobre a modulação autonômica cardíaca, parâmetros cardiorrespiratórios, força muscular e qualidade de vida em mulheres saudáveis*, o qual teve por objetivo avaliar o impacto de um treinamento funcional sobre a modulação autonômica cardíaca, parâmetros cardiorrespiratórios, força muscular e qualidade de vida em mulheres jovens saudáveis. Os resultados desse estudo apontaram que o treinamento funcional realizado por mulheres jovens e saudáveis promoveu melhora da modulação autonômica cardíaca, qualidade de vida e força muscular, mas não houve alterações nos parâmetros cardiorrespiratórios analisados.

O segundo artigo intitulado: *Efeito do treinamento funcional sobre índices geométricos de variabilidade da frequência cardíaca* teve por objetivo avaliar por meio de índices geométricos de VFC o impacto de um treinamento funcional sobre a modulação autonômica cardíaca em mulheres jovens saudáveis. Os resultados permitiram concluir que o treinamento funcional realizado por 12 semanas

em mulheres jovens saudáveis promoveu impacto benéfico na modulação autonômica cardíaca, caracterizadas por aumento da atividade parassimpática e da variabilidade global, e que essas alterações podem ser identificadas por meio dos índices geométricos da VFC.

A seguir esses artigos serão apresentados na íntegra, conforme as normas para apresentação da dissertação, as quais foram definidas pelo Conselho de Curso do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da FCT/UNESP.





**IMPACTO DO TREINAMENTO FUNCIONAL SOBRE A MODULAÇÃO  
AUTONÔMICA CARDÍACA, PARÂMETROS CARDIORRESPIRATÓRIOS, FORÇA  
MUSCULAR E QUALIDADE DE VIDA EM MULHERES SAUDÁVEIS.**

Marianne Penachini da Costa de Rezende Barbosa<sup>1</sup>; Jayme Netto Júnior<sup>3</sup>; Bruna Montechieze Cassemiro<sup>2</sup>; Naiara Maria de Souza<sup>2</sup>; Aline Fernanda Barbosa Bernardo<sup>2</sup>; Anne Kastelianne França da Silva<sup>1</sup>; Carlos Marcelo Pastre<sup>3</sup>; Luiz Carlos Marques Vanderlei<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Stricto Sensu Post Graduate in Physiotherapy. Univ Estadual Paulista – FCT/UNESP, Presidente Prudente, SP, Brazil.

<sup>2</sup>MSc. Univ Estadual Paulista – FCT/UNESP, Presidente Prudente, SP, Brazil.

<sup>3</sup>Physiotherapy Department. Univ Estadual Paulista – FCT/UNESP, Presidente Prudente, SP, Brazil.

Mailing for:

Faculdade de Ciências e Tecnologia UNESP – Universidade Estadual Paulista.  
Post Graduate in Physiotherapy Program. A/C Luiz Carlos Marques Vanderlei.  
Address: Roberto Simonsen St, 305 – zip code: 19060–900  
Telephone: (18) 3229–5819  
Presidente Prudente/SP, Brazil  
E-mail: mapenachini@hotmail.com

## RESUMO

**Introdução:** O treinamento funcional promove benefícios sobre diversas aptidões musculares, entretanto, ainda é desconhecido a sua influência sobre a modulação autonômica cardíaca, parâmetros cardiorrespiratórios e qualidade de vida em população adulta e saudável. **Objetivos:** Avaliar o impacto de um treinamento funcional sobre a modulação autonômica cardíaca, parâmetros cardiorrespiratórios, força muscular e qualidade de vida em mulheres jovens saudáveis. **Métodos:** Para sua realização foram avaliados dados de 29 mulheres, as quais foram distribuídas em dois grupos: Grupo Treinamento Funcional (GTF;  $n = 13$ ;  $23 \pm 2,51$  anos; índice de massa corpórea (IMC) de  $21,90 \pm 2,82 \text{ Kg/m}^2$ ) e Grupo Controle (GC;  $n = 16$ ;  $20,56 \pm 1,03$  anos; IMC de  $22,12 \pm 3,86 \text{ Kg/m}^2$ ). O GTF realizou treinamento funcional periodizado por 12 semanas com frequência de 3 vezes na semana. Os dois grupos realizaram as seguintes avaliações antes e após o treinamento: modulação autonômica, parâmetros cardiorrespiratórios, força muscular (teste de 1RM de cada um dos exercícios utilizados no treinamento) e qualidade de vida (Questionário SF-36). Para avaliação da modulação autonômica a frequência cardíaca foi captada batimento a batimento em repouso na posição supina com respiração espontânea por 30 minutos e índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foram obtidos nos domínios do tempo e frequência pelo *software* HRV Analysis. Testou-se a normalidade dos dados por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, em seguida, utilizou-se o teste *t* de *Student* para dados pareados quando a distribuição foi normal e o teste de *Mann-Whitney* para dados cuja distribuição foi não normal para comparar as diferenças obtidas entre o momento final menos o inicial dos grupos estudados. O nível de significância adotado foi de 5%. **Resultados:** O treinamento funcional produziu melhora significativa da modulação autonômica, força muscular e qualidade de vida ( $p < 0,05$ ). Foram observados aumentos significante nos valores dos intervalos RR e dos índices RMSSD, SDNN, LF( $\text{ms}^2$ ) e HF( $\text{ms}^2$ ) no GTF em comparação ao GC. Não foram observadas alterações nos parâmetros cardiorrespiratórios. **Conclusão:** O treinamento funcional foi capaz de produzir melhoras na modulação autonômica, qualidade de vida e força muscular, mas não nos parâmetros cardiorrespiratórios de mulheres adultas saudáveis.

**Palavras-chave:** Sistema nervoso autônomo, treinamento resistido, atividades de vida diária, frequência cardíaca.

## INTRODUÇÃO

O treinamento funcional (TF) está se tornando cada vez mais popular dentro da indústria de *fitness* e tem sido considerado uma alternativa melhor do que o treinamento de resistência convencional (TRC) para melhora de várias medidas de aptidão muscular incluindo força, resistência, coordenação e equilíbrio<sup>1</sup>. Uma mostra desta popularização é a sua larga utilização na prática clínica para manutenção da saúde<sup>2-4</sup> em processos de reabilitação que visam melhorar a capacidade funcional em idosos<sup>5-7</sup> e, também, no treinamento de alto rendimento, buscando um melhor desempenho do gesto atlético<sup>8</sup>.

Brill et al<sup>9</sup> define como funcional um treinamento que enfatiza múltiplas atividades articulares e musculares juntas, combinando a parte superior e inferior do corpo nos movimentos corporais, e utilizando mais do corpo em cada movimento. O TF traz como propósito treinar adaptações mais específicas para determinados movimentos ou ações, pois ele foi delineado a partir da imitação de gestos e atividades cotidianas (como tomar banho, preparar refeições, caminhar, subir escadas, praticar esportes e trabalhar)<sup>2,5</sup>.

No TF são utilizadas superfícies instáveis que recrutam diversos grupos musculares ao mesmo tempo, ou que melhora o controle motor na tarefa específica, proporcionando adaptações neuromusculares e exigindo uma maior ativação dos músculos abdominais e lombares<sup>2,3,8</sup>, diferentemente do que ocorre com o treinamento convencional, que foca em adaptações para músculos específicos isolados<sup>9</sup>.

Embora diversos benefícios da prática do TF estejam bem descritos na literatura<sup>1-4,10</sup>, ainda é desconhecido o seu efeito sobre a modulação autonômica. Esse é um aspecto importante, pois o sistema nervoso autônomo (SNA) além de promover modificações no coração frente às necessidades metabólicas e teciduais a

que o indivíduo está submetido em suas atividades de vida diária, também participa do controle das funções internas do organismo<sup>11</sup>.

Além disso, quando se trata da melhora na qualidade de vida que o treinamento funcional agrega ao participante desta modalidade de treinamento, apenas estudos na população idosa são encontrados<sup>7</sup>.

Especificamente sobre a modulação autonômica, diversos estudos que envolvem treinamentos resistidos avaliaram os efeitos deste tipo de treinamento sobre o SNA por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC)<sup>12-14</sup>, uma medida não invasiva que descreve as oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R) e que pode ser utilizada para identificar fenômenos relacionados ao SNA<sup>15</sup>. Neste contexto, os estudos sugerem que o treinamento resistido convencional influencia de forma positiva a modulação autonômica<sup>12,13</sup>.

Portanto, esse ensaio clínico teve por objetivo testar a hipótese que o treinamento funcional melhora a modulação autonômica cardíaca, parâmetros cardiorrespiratórios, força muscular e qualidade de vida em mulheres jovens saudáveis.

## **MÉTODOS**

### **População de estudo**

Para realização desse ensaio clínico contou-se inicialmente com 32 voluntárias universitárias, aparentemente saudáveis, com idade entre 18 e 26 anos e que não realizaram nenhuma atividade física regular ou treinamento de musculação nos últimos seis meses.

Não foram incluídas no estudo voluntárias que apresentaram pelo menos uma das seguintes características: tabagistas, alcoolistas, usuárias de drogas

ou medicamentos que influenciassem a atividade do SNA, portadoras de doença cardiovascular, respiratória ou metabólica conhecida, e também que apresentassem qualquer processo inflamatório e/ou infeccioso ou episódio de lesão músculo-tendínea ou osteoarticular nos membros superiores e inferiores e/ou coluna. Foram excluídas do estudo voluntárias que apresentaram erros nas séries de intervalos RR captadas superior a 5% e também que não obtiveram frequência de 90% durante os dias de treinamento.

As voluntárias foram informadas sobre os procedimentos e objetivos do estudo, e após concordarem, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Além disso, cada voluntária anexou ao termo de consentimento uma cópia do atestado médico que lhes asseguraram perfeitas condições físicas para realização de exercícios. Todos os procedimentos utilizados nesse estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Instituição (Proc. nº do CAAE: 01310212.4.0000.5402).

### **Grupos Experimentais**

As voluntárias foram alocadas em dois grupos composto de 16 voluntárias cada um deles, randomizados aleatoriamente assim denominados:

a) Grupo Controle (GC) – As voluntárias realizaram todas as avaliações, mas não foram submetidas ao TF;

b) Grupo de Treinamento Funcional (GTF) – As voluntárias realizaram todas as avaliações e foram submetidas à um programa de TF.

Ao final do protocolo experimental o GC se manteve com 16 voluntárias, mas o GTF perdeu 03 voluntárias (uma voluntária por desistir do estudo e as outras duas por apresentar séries de intervalos RR com erro superior a 5%), sendo composto ao final do estudo por 13 voluntárias.

## **Delineamento experimental**

A realização dos treinamentos e a coleta de dados foram realizadas na clínica particular, Studio Salus: Reabilitação Física e Longevidade em Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. O treinamento era realizado no horário das 12h e as 13h30 e ocorreram de agosto a novembro de 2012. Todas as voluntárias participantes realizaram uma avaliação inicial que incluiu: avaliação antropométrica (peso e altura), mensuração dos parâmetros cardiorrespiratórios (pressão arterial [PA], frequência cardíaca [FC], saturação de oxigênio [SatO<sub>2</sub>] e frequência respiratória [f]), avaliação da modulação autonômica, avaliação da força muscular (teste de uma repetição máxima [1RM] de cada um dos exercícios que constituíram o treinamento) e avaliação da qualidade de vida (Questionário SF-36). Todas essas avaliações foram repetidas após o período de treinamento realizado com o GTF e os resultados obtidos em cada uma das avaliações foram registrados na ficha individual das voluntárias.

O GTF foi submetido a um programa de treinamento funcional periodizado por 12 semanas com frequência de 3 sessões semanais, totalizando 30 sessões de treinos. As cargas de todos os exercícios iniciaram com 30% da carga obtida no teste de 1RM e foram incrementadas gradualmente até chegarem em 100% na última semana de treinamento.

## **Programa de Treinamento**

O GTF foi submetido ao programa de treinamento periodizado com frequência de 3 sessões semanais, totalizando 30 sessões de treinos com intervalos recuperativos de 24 a 72 horas entre as sessões, que tinham cerca de 60 minutos de duração. O programa contou com dois conjuntos de exercícios (A e B), que

englobavam a maioria dos grupos musculares, como: flexores/extensores/adutores/abdutores de perna, quadril, braço e ombro, estabilizadores de escápula, glúteos, abdominais, lombares, peitorais e costais. Os conjuntos de exercícios eram alternados a cada sessão. A Figura 1 mostra o conjunto de exercícios A e a Figura 2 mostra o conjunto de exercícios B.

### # Figuras 1 e 2 #

Para a realização de cada um dos exercícios do programa foi realizado o teste de 1RM<sup>16</sup> e familiarização com os equipamentos e os exercícios antes do início do treinamento e as cargas para cada um dos exercícios foram calculadas segundo a porcentagem de carga do teste de 1RM estipulada para cada semana de treinamento.

O treinamento foi executado de forma periodizada e progressiva, iniciando com cargas entre 30 a 40% de 1RM no período de resistência de força (3 semanas), no qual o número de séries e repetições foram crescentes a cada semana, respectivamente em cada semana: 2x12, 2x16 e 2x20. A 4ª semana foi recuperativa (sem treinamento). A partir da 5ª semana de treinamento foram realizados treinamentos de força. O incremento de carga da 5ª a 8ª semana variou de 40 a 90% de 1RM, em um tipo de incremento conhecido como “pirâmide”, onde a medida que se aumentava 10% de 1RM na carga de trabalho, eram diminuídas duas repetições do exercício. Para cada exercício foram realizadas 3 séries, iniciando com 16 repetições na 5ª semana, 12 na 6ª semana, 10 na 7ª semana e 8 na 8ª semana.

A 9ª semana também foi recuperativa e o treinamento de força se manteve com o incremento de cargas do tipo “pirâmide”, da seguinte forma: O número de séries e repetições foram: 1x 6, 1x 4, 1x 2, 1x 4, 1x 6 e as cargas



variaram conforme o número de repetições, respectivamente: 80%, 90%, 100%, 90%, 80% de 1RM. Na 10ª semana foi acrescentado uma série de 1x 2 com carga de 100% 1RM, na 12ª semana foi acrescentada ainda mais uma série de 1x 2 com carga de 100% 1RM. O intervalo entre todas as séries dos exercícios foi de 40 segundos a 1 minuto e meio.

### **Avaliação Antropométrica**

A massa corporal foi obtida por meio da balança digital (Welmy R/I 200 – Brasil), com as voluntárias em posição ortostática, braços estendidos ao longo do corpo e sem calçados. Para a obtenção da estatura (Estadiômetro Sanny – Brasil), as voluntárias se encontraram também descalças e a mensuração da estatura foi realizada durante a expiração. A partir das medidas de massa corporal e estatura foi calculado o índice de massa corporal (IMC) utilizando-se a fórmula: massa do indivíduo (quilogramas), dividida pela sua altura (metros)<sup>17</sup>.

### **Parâmetros cardiorrespiratórios**

Foram avaliados os seguintes parâmetros cardiorrespiratórios: pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (f) e saturação de oxigênio (SatO<sub>2</sub>). A verificação da PA ocorreu de forma indireta, pela utilização de um estetoscópio (BD®, Minas Gerais, Brasil) e esfigmomanômetro aneróide (BD®, Minas Gerais, Brasil) no braço esquerdo da voluntária, segundo as determinações da VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial<sup>18</sup>. Para evitar erros na determinação da PA das voluntárias, um único avaliador fez as mensurações. Já para determinação da FC foi utilizado o cardiofrequencímetro da marca Polar® S810i (Polar Electro OY, Finlândia). O registro da SatO<sub>2</sub> foi feita por meio do Oxímetro (MINDRAY, PM-50, China), que foi

colocado no dedo indicador direito de cada voluntária e a  $f$  foi mensurada de forma individual, verificando quantos ciclos respiratórios a voluntária realizava por minuto.

### **Avaliação da Modulação Autonômica**

As voluntárias foram orientadas para que 12 horas antes da realização das captações não ingerissem bebidas alcoólicas e / ou estimulantes tais como café, chá, refrigerantes e chocolate. A coleta foi realizada de forma individual, e as voluntárias foram orientadas a manterem-se em repouso, evitando conversas durante sua execução. Não foi permitida a circulação de pessoas pela sala durante a execução das coletas, de modo a reduzir a ansiedade das voluntárias e o ambiente foi climatizado, controlando-se a temperatura e umidade.

Para análise dos índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) a FC foi captada batimento a batimento por meio de um cardiofrequencímetro da marca Polar® S810i (Polar Electro OY, Finlândia), equipamento previamente validado para esta captação e análise de VFC<sup>19</sup>. Para a captação da FC, a cinta contendo o transmissor do cardiofrequencímetro foi posicionada no tórax das voluntárias, ao nível do terço distal do esterno, imediatamente abaixo dos seios, e o relógio de captação foi colocado no punho direito das voluntárias. Após a colocação do cardiofrequencímetro as voluntárias permaneceram deitadas em repouso, na posição supina, em uma maca com respiração espontânea por 30 minutos. Todas as coletas foram realizadas no período da manhã para evitar variações circadianas.

Os dados obtidos através da monitorização foram transferidos do cardiofrequencímetro para o computador por meio do software Polar Precision Performance SW, versão 3.0 e, posteriormente, para cálculo dos índices de VFC foi utilizado o software Kubios HRV - versão 2.0 (Kubios, Biosignal Analysis and Medical Image Group, Department of Physics, University of Kuopio, Finland).

Para análise dos dados foram utilizados 1000 intervalos RR consecutivos, após ter sido feita filtragem digital complementada por manual, para eliminação de batimentos ectópicos prematuros e artefatos, e somente séries com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídas no estudo.

Foram utilizados índices de VFC calculados por meio de métodos lineares obtidos nos domínios do tempo e da frequência.

Os índices no domínio do tempo foram: Mean RR (média dos intervalos RR), RMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em ms) e o SDNN (desvio padrão de todos os intervalos RR). No domínio da frequência utilizou-se os índices: HF (High Frequency), com variação de 0,15 a 0,4Hz, e o LF (Low Frequency), com variação entre 0,04 e 0,15Hz, em  $\text{ms}^2$  e unidades normalizadas (u.n) e também a relação LF/HF.

### **Avaliação da Força Muscular**

A Força Muscular foi avaliada por meio do teste de 1RM, o qual determinou a carga máxima, em quilogramas, que cada voluntária conseguiu realizar durante o movimento do exercício em questão<sup>16</sup>. Os valores obtidos e foram utilizados para determinação das cargas realizadas no treinamento e para avaliação do ganho de força muscular.

Para realização do teste inicialmente as voluntárias se familiarizam com cada um dos equipamentos e os movimentos e apenas iniciaram o teste após realizarem o exercício (sem carga) com a técnica correta. O teste de 1RM foi realizado para cada um dos exercícios propostos no treinamento, tanto pelo grupo controle quanto pelo grupo de treinamento.

## **Avaliação da Qualidade de Vida**

A avaliação da qualidade de vida foi feita por meio de entrevista utilizando-se o Questionário SF36, o qual foi previamente validado por Ciconelli et al.<sup>20</sup> para esta finalidade.

## **Análise dos Dados**

Para análise dos dados do perfil da população foi verificada a normalidade dos dados, por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, uma vez que todos os dados apresentaram distribuição normal aplicou-se o teste *t* de *Student*, a fim de verificar a homogeneidade entre os grupos. Para avaliação da influência do treinamento funcional foram comparadas as diferenças encontradas entre os grupos (valores finais - valores iniciais), para isso foram testadas as normalidades dos dados também por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. Em seguida, utilizou-se o teste *t* de *Student* para dados pareados quando a distribuição foi normal e o teste de *Mann-Whitney* para dados cuja distribuição foi não normal. O nível de significância foi estabelecido em  $p < 0,05$  para todos os testes. O cálculo amostral, com o número de indivíduos analisados e um nível de significância de 5% (teste de duas caudas), assegurou uma poder superior a 80% para a detecção de diferenças entre as variáveis.

Os valores foram expressos em médias, seguidos dos respectivos desvios padrão, medianas e intervalos de confiança a 95%, dos valores iniciais, finais e as diferenças entre eles, além do valor de  $p$ .

## **RESULTADOS**

A Tabela 01 mostra os valores de idade, peso, altura e IMC dos grupos estudados. Observa-se que os grupos não são homogêneos quanto à idade.

### # Tabela 01 #

Não foram observadas alterações significantes entre as diferenças obtidas antes e após o protocolo de treinamento comparando os grupos controle e funcional para a pressão arterial sistólica ( $-7,69 \pm 10,91$  vs.  $-7,5 \pm 13,41$ ;  $p = 0,9671$ ), pressão arterial diastólica ( $-7,69 \pm 8,32$  vs.  $-6,8 \pm 10,14$ ;  $p = 0,8172$ ), frequência cardíaca ( $-0,18 \pm 7,44$  vs.  $-5,30 \pm 6,48$ ;  $p = 0,062$ ), frequência respiratória ( $0,69 \pm 2,78$  vs.  $-1,25 \pm 3,00$ ;  $p = 0,084$ ) e saturação de oxigênio ( $0,23 \pm 0,59$  vs.  $0,25 \pm 0,44$ ;  $p = 0,858$ ).

A Tabela 02 mostra os índices lineares de VFC analisados no domínio do tempo no início e ao final do treinamento. A comparação entre as diferenças obtidas dos valores finais e iniciais apontam que o grupo funcional (treinado) apresentou aumento significativo nos valores dos intervalos RR e dos índices RMSSD e SDNN em comparação ao grupo controle.

### # Tabela 02 #

Da mesma forma que para os índices lineares os valores dos índices  $LF(ms^2)$  e  $HF(ms^2)$  apresentou aumento significativo no grupo funcional em comparação ao controle. Para os índices  $LF(un)$ ,  $HF(un)$  e a relação  $LF/HF$  não foram observadas diferenças significantes entre os grupos (Tabela 03).

### # Tabela 03 #

A análise da qualidade de vida pelo Questionário SF-36 mostrou melhora estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) nos domínios capacidade funcional,

dor e aspecto geral de saúde no grupo funcional em comparação ao grupo controle (Tabela 04).

#### **# Tabela 04 #**

Em relação a força muscular, os testes de 1RM apontaram melhora estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) para todos os exercícios realizados no treinamento no grupo funcional em comparação ao grupo controle.

### **DISCUSSÃO**

Os resultados desse estudo demonstraram que o treinamento funcional realizado por mulheres jovens e saudáveis promoveu melhora da modulação autonômica cardíaca, qualidade de vida e força muscular, mas não houve alterações nos parâmetros cardiovasculares analisados.

No que se refere ao impacto do treinamento funcional sobre a modulação autonômica cardíaca, os resultados apontam que o grupo que realizou o treinamento funcional apresentou melhora significativa da modulação autonômica em comparação ao grupo controle, indicando que o protocolo de treinamento funcional utilizado nesse estudo foi capaz de promover benefícios na modulação autonômica cardíaca em mulheres adultas e saudáveis.

Esse é o primeiro estudo a avaliar o impacto do treinamento funcional sobre a modulação autonômica em uma população adulta e saudável. Mesmo com o treinamento resistido convencional poucos são os estudos que abordam os seus efeitos sobre a modulação autonômica nessa população<sup>12-14</sup> e os resultados sobre o tema ainda não estão bem estabelecidos.

Os resultados demonstraram que o treinamento funcional promoveu aumento nos valores dos índices RMSSD e HFms<sup>2</sup> sugerindo que o treinamento elevou a atividade parassimpática. Além disso, foi observado também aumento dos valores do índice SDNN e LFms<sup>2</sup> e dos intervalos RR nas mulheres que realizaram o treinamento funcional demonstrando elevação da variabilidade global. Como ocorreram elevações no índice HF e LF em ms<sup>2</sup>, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para esses índices em unidades normalizadas e na razão LF/HF.

Não existe consenso na literatura sobre os efeitos do treinamento resistido convencional na modulação autonômica em adultos saudáveis. Cooke & Carter<sup>14</sup> observaram que 8 semanas de treinamento resistido não aumentou a atividade autonômica vagal, enquanto que, Heffernan et al.<sup>12</sup>, após 6 semanas de treinamento resistido observaram por meio do índice entropia de amostra, melhora da modulação autonômica em indivíduos afro-americanos. Hu et al.<sup>13</sup> também observaram melhora da modulação vagal da frequência cardíaca, em intensidade de exercício submáximo, após 10 semanas de treinamento de resistido. Essa ausência de consenso pode estar relacionada a heterogeneidade dos estudos.

O presente estudo não avaliou os possíveis mecanismos que possam estar envolvidos nas alterações observadas e novos estudos devem ser direcionados para essa avaliação. Diversos mecanismos podem estar envolvidos na melhora da modulação autonômica induzidas pelo exercício, dentre eles: a melhora na capacidade do endotélio de produzir óxido nítrico, o que promoveria estimulação vagal e a menor concentração de renina em pessoas treinadas quando comparada a destreinadas, o que produziria menor quantidade de angiotensina II, que têm efeitos inibitórios sobre o nervo vago, o que poderia explicar, pelo menos em parte, o aumento da atividade vagal cardíaca<sup>20</sup>.

A avaliação da qualidade de vida das participantes do presente estudo, por meio do questionário SF-36, mostrou ganhos estatisticamente significante ( $p < 0,05$ ) nos domínios capacidade funcional, dor e aspecto geral de saúde no grupo funcional em comparação ao grupo controle, o que demonstra aumento da funcionalidade e a redução das limitações por aspectos de saúde e da dor, indicando melhora nos aspectos relacionados a saúde física das participantes com o treinamento e sugerindo que o programa de treinamento funcional utilizado pode também ser um forte aliado na qualidade de vida das pessoas que o praticam.

Da mesma forma que para modulação autonômica esse é o primeiro estudo a demonstrar melhora na qualidade de vida de indivíduos jovens e saudáveis com esse tipo de treinamento. Resultados semelhantes a esses foram descritos apenas em populações idosas<sup>7,21,22</sup>.

Em relação a força muscular, os testes de 1RM apontaram melhora estatisticamente significante ( $p < 0,05$ ) para todos os exercícios realizados no treinamento no grupo funcional em comparação ao grupo controle. Corroborando com esses resultados, melhora na força muscular foi descrita com a utilização do treinamento funcional<sup>2</sup> e do treinamento resistido convencional em populações adultas e saudáveis<sup>1,13,14</sup>.

Não foram observadas alterações significantes entre as diferenças obtidas antes e após o protocolo experimental comparando os grupos controle e funcional para a pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, frequência cardíaca, frequência respiratória e saturação de oxigênio. Busca na literatura pertinente não apontou estudos que avaliassem os efeitos do treinamento funcional sobre parâmetros cardiorrespiratórios em população adulta e saudável.

Em revisão relacionada aos efeitos do treinamento resistido sobre a pressão arterial foi observada uma variação líquida ponderada de pressão arterial



diastólica de 3,5 mmHg ( $P < 0,01$ ) e uma redução não-significativa na pressão arterial sistólica de 3,2 mm Hg ( $P = 0,10$ ) nos nove ensaios clínicos randomizados avaliados envolvendo 12 grupos de estudo e 341 participantes<sup>23</sup>. Nos estudos avaliados a média de idade variou de 20 a 72 anos (mediana de 69 anos), a qual é bastante diferente da utilizada em nosso estudo, além disso, na revisão foram incluídos estudos com indivíduos pré-hipertensos, enquanto que, em nosso estudo todos os participantes eram normotensos. Esses aspectos podem estar relacionados ao fato de não termos encontrado diferenças nos valores de pressão arterial em nosso estudo.

Outra revisão realizada por Pal et al.<sup>24</sup>, verificou os potenciais benefícios do exercício na pressão arterial e função vascular e encontrou que o treinamento resistido (realizado três séries de 10 repetições a 10 RM, três dias por semana) promove melhora significativamente da pressão arterial e parece trazer benefícios na função vascular. Entretanto, diversos artigos presentes na revisão também não apresentaram redução dos valores de pressão arterial, o que sugere que essa redução deve estar intrinsecamente relacionada ao protocolo de treinamento utilizado.

Confirmando nossos achados, Heffernan et al.<sup>12</sup>, também não encontraram redução da pressão arterial com o treinamento resistido executado por 6 semanas em homens adultos e saudáveis. Os autores também observaram homogeneidade em todos os parâmetros antropométricos entre os grupos, exceto na idade, onde um dos grupos era ligeiramente mais velho.

Em relação à frequência cardíaca, frequência respiratória e saturação de oxigênio, não foram encontrados na literatura estudos utilizando treinamento funcional ou resistido que avaliaram esses parâmetros em população adulta e saudável.

Apontamos como limitações do estudo o fato dos grupos comparados não serem homogêneos quanto à idade, contudo apesar de significativa a diferença de idade entre os grupos é muito pequena e acreditamos que isso não tenha influenciado os resultados.

Os resultados do presente estudo permitem concluir que o treinamento funcional, realizado no período de 12 semanas, foi capaz de trazer melhoras na modulação autonômica cardíaca, na qualidade de vida e na força muscular de mulheres adultas saudáveis destreinadas, mas não nos parâmetros cardiovasculares.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Weiss T, Kreitinger J, Wilde H, Wiora C, Steege M, DallecL K, et al. Effect of functional resistance training on muscular training on muscular fitness outcomes in young adults. *J Exerc Sci Fit*. 2010;8(2):113-22.
2. Tomljanovic´ M, Spasic´ M, Gabrilo G, Uljevic´ O, Foritic´ N. Effects of five weeks of functional vs. traditional resistance training on anthropometric and motor performance variables. *Kinesiology*. 2011;43(2):145-54.
3. Kibele A, Behm DG. Seven weeks of instability and traditional Resistance training effects on strength, Balance and functional performance. *J Strength Cond Res*. 2009;23(9): 2443-50.
4. Lagally km, Cordero J, Good J, Brown DD, Mccaw ST. Physiologic and metabolic responses to a continuous functional resistance exercise workout. *J Strength Cond Res*. 2009;23(2):373-79.
5. Pacheco MM, Teixeira LAC, Franchini E, Takito MY. Functional vs. strength training in adults: specific needs define the best intervention. *Int J Sports Phys Ther*. 2013;8(1):34-43.
6. Hosseini SS, Asl AA, Rostamkhany H. The effect of strength and core stabilization training on physical fitness factors among elderly people .*World Appl Sci J*. 2012; 16(4):479-84.

7. Krebs DE, Scarborough DM, McGibbon CA. Functional vs. strength training in disabled elderly outpatients. *Am J Phys Med Rehabil.* 2007;86:93–103.
8. Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, Cowly PM. Canadian Society for Exercise Physiology position stand: the use of instability to train the core in athletic and nonathletic conditioning. *Appl Physiol Nutri Metab.* 2010;35:109-12.
9. Brill P. Exercise your independence: functional fitness for older adults. *J Aging Phys Act.* 2008;16:S88.
10. Milton D, Porcari JPP, Foster C, Gibson M, Udermann B. The effect of functional exercise training on functional fitness levels of older adults. *Gundersen Med J.* 2008;5(1):4-8.
11. Vanderlei FM, Rossi RC, Souza NM, Sá DA, Gonçalves TM, Pastre CM, et al. Heart rate variability in healthy adolescents at rest. *Rev Bras Crescimento Desenvolv Hum.* 2012;22(2): 173-8.
12. Heffernan KS, Jae SY, Vieira VJ, Iwamoto GA, Wilund KR, Woods JA, et al. C-reactive protein and cardiac vagal activity following resistance exercise training in young African-American and white men. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2009;296:R1098–105.
13. Hu M, Finni T, Zou L, Perhonn M, Sedlak M, Alen M, et al. Effects of strength training on work capacity and parasympathetic heart rate modulation during exercise in physically inactive men. *Int J Sports Med.* 2009;30:719-24.
14. Cooke WH, Carter JR. Strength training does not affect vagal–cardiac control or cardiovagal baroreflex sensitivity in young healthy subjects. *Eur J Appl Physiol.* 2005;93: 719–25.
15. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24(2):205-17.
16. Pereira MIR, Gomes PSC. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – Revisão e novas evidências. *Rev Bras Med Esporte.* 2003;9(5):325-35.
17. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World

Health Organization, 2000. p. 256. WHO Obesity Technical Report Series, n. 284.

18. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. Rev Bras Hipertens. 2010; 17(1):61-3.
19. Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. Braz J Med Biol Res. 2008;41(10):854-9.
20. Ciconelli RM, Ferrz MB, Sanntos W, Meinão I, Quaresma MR. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). Rev Bras Reumatol. 1999;39(3):143-50.
20. Buch AN, Coote JH, Townend JN. Mortality, cardiac vagal control and physical training – what's the link?. Exp Physiol. 2002;87(4):423-35.
21. de Vreede PL, Samson MM, van Meeteren NL, Duursma SA, Verhaar HJ. Functional-task exercise versus resistance strength exercise to improve daily function in older women: a randomized, controlled trial. J Am Geriatr Soc. 2005;53(1):2-10.
22. de Vreede PL, van Meeteren NL, Samson MM, Wittink HM, Duursma SA, Verhaar HJ. The effect of functional tasks exercise and resistance exercise on health related quality of life and physical activity. A randomized controlled trial. Gerontology. 2007;53(1):12-20.
23. Fagard RH. Exercise is good for your blood pressure: effects of endurance training and resistance training. Clin Exp Pharmacol Physiol. 2006;33:853–56.
24. Pal S, Radavelli-Bagatini S, Ho S. Potential benefits of exercise on blood pressure and vascular function. J Am Soc Hypertens. J Am Soc Hypertens. 2013;7(6):494-506.



Figura 1: Exercícios do treinamento resistido funcional – Conjunto A.



Figura 2: Exercícios do treinamento resistido funcional – Conjunto B.

Tabela 01 – Valores antropométricos das voluntárias dos grupos controle e treinado.

| Variável                      | Controle (n = 16) | Treinado (n = 13) | Valor p |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|---------|
| <b>Idade (anos)</b>           | 20,56 ± 1,03      | 23 ± 2,51         | 0,01    |
| <b>Peso (Kg)</b>              | 58,42 ± 10,43     | 58,32 ± 8,72      | 0,977   |
| <b>Altura (m)</b>             | 1,62 ± 0,04       | 1,63 ± 0,05       | 0,788   |
| <b>ÍMC (kg/m<sup>2</sup>)</b> | 22,12 ± 3,86      | 21,90 ± 2,82      | 0,862   |

Abreviaturas: Kg = quilogramas; m = metros; m<sup>2</sup> = metros quadrados; IMC = índice de massa corporal; n= número de sujeitos que compuseram a amostra.

Tabela 02 – Valores médios, seguidos dos respectivos desvios padrão, medianas e intervalos de confiança a 95%, dos valores iniciais, finais e as diferenças entre eles dos índices lineares de variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo dos grupos controle e treinado.

| Índice               | Grupo           | Início                                         | Fim                                            | Diferença                                   | Valor p |
|----------------------|-----------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------|
| <b>Intervalos RR</b> | <b>Controle</b> | 856,98 ± 92,79<br>839,75<br>[807,55 – 906,42]  | 851,53 ± 71,87<br>835,90<br>[813,24 – 889,82]  | -5,45 ± 104,25<br>-1,10<br>[-302,2 – 156,9] | 0,048*  |
|                      | <b>Treinado</b> | 815,78 ± 143,13<br>768,30<br>[729,28 – 902,29] | 869,58 ± 112,27<br>886,50<br>[801,73 – 937,43] | 53,80 ± 72,96<br>79,90<br>[-122,19 – 134,1] |         |
|                      | <b>Controle</b> | 52,77 ± 14,02<br>47,05<br>[45,30 – 60,24]      | 57,56 ± 17,64<br>56,25<br>[48,16 – 66,97]      | 4,79 ± 14,90<br>-4,40<br>[-18,9 – 41,6]     |         |
|                      | <b>Treinado</b> | 47,48 ± 14,83<br>47,30<br>[38,67 – 56,29]      | 72,62 ± 18,18<br>69,80<br>[61,63 – 83,61]      | 25,13 ± 14,91<br>21,5<br>[4,2 – 50,5]       |         |
| <b>RMSSD</b>         | <b>Controle</b> | 42,62 ± 12,43<br>41,80<br>[35,99 – 49,25]      | 43,95 ± 15,36<br>42,95<br>[48,16 – 66,97]      | 1,33 ± 8,32<br>-0,70<br>[-10,2 – 15,3]      | 0,000*  |
|                      | <b>Treinado</b> | 36,76 ± 25,20<br>31,00<br>[21,52 – 52,00]      | 53,78 ± 23,94<br>47,70<br>[39,31 – 68,25]      | 17,02 ± 11,58<br>14,80<br>[1,3 – 37,1]      |         |

Abreviaturas: SDNN = desvio padrão de todos os intervalos RR normais e RMSSD = raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes.

\*p<0,05

Tabela 03 – Valores médios, seguidos dos respectivos desvios padrão, medianas e intervalos de confiança a 95%, dos valores iniciais, finais e as diferenças entre eles dos índices lineares de variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência dos grupos controle e treinado.

| Índice               | Grupo    | Início                                          | Fim                                                | Diferença                                  | Valor p |
|----------------------|----------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------|
| LF(ms <sup>2</sup> ) | Controle | 810,25 ± 654,90<br>635,50<br>[461,35 – 1159,10] | 693,31 ± 410,73<br>560,50<br>[474,49 – 912,13]     | -116,94 ± 501,42<br>8,00<br>[-1170 – 846]  | 0,000*  |
|                      | Treinado | 483,77 ± 297,33<br>411,00<br>[304,08 – 663,46]  | 1358,50 ± 1206,20<br>1040,00<br>[629,56 – 2087,50] | 874,77 ± 1209,10<br>502,00<br>[120 – 4617] |         |
|                      | Controle | 48,75 ± 16,16<br>42,65<br>[40,14 – 57,36]       | 48,98 ± 16,07<br>48,75<br>[40,41 – 57,54]          | 0,23 ± 13,64<br>-2,15<br>[-20,2 – 26,7]    |         |
|                      | Treinado | 53,40 ± 20,93<br>53,20<br>[40,77 – 66,04]       | 54,11 ± 13,78<br>53,10<br>[45,78 – 62,44]          | 0,70 ± 23,22<br>-0,60<br>[-23,2 – 56,2]    |         |
| HF(ms <sup>2</sup> ) | Controle | 724,75 ± 381,08<br>591,00<br>[521,73 – 927,77]  | 757,25 ± 492,19<br>663,50<br>[495,04 – 1019,50]    | 32,50 ± 360,48<br>-21,50<br>[-455 – 1083]  | 0,002*  |
|                      | Treinado | 645,62 ± 742,94<br>366,00<br>[196,62 – 1094,6]  | 1097,80 ± 769,53<br>884,00<br>[616,39 – 1579,20]   | 452,15 ± 347,96<br>371,00<br>[54 – 1097]   |         |
|                      | Controle | 51,22 ± 16,16<br>57,35<br>[42,61 – 59,83]       | 51,00 ± 16,05<br>51,25<br>[42,44 – 59,55]          | -0,22 ± 13,65<br>2,25<br>[-26,7 – 20,3]    |         |
|                      | Treinado | 46,57 ± 20,91<br>46,80<br>[33,93 – 59,21]       | 45,84 ± 13,77<br>46,90<br>[37,52 – 54,17]          | -0,73 ± 23,27<br>0,50<br>[-56,3 – 23,3]    |         |
| LF/HF                | Controle | 1,32 ± 1,31<br>0,74<br>[0,62 – 2,02]            | 1,17 ± 0,77<br>0,95<br>[0,76 – 1,58]               | -0,14 ± 0,78<br>-0,08<br>[-1,88 – 1,09]    | 0,966   |
|                      | Treinado | 1,55 ± 1,07<br>1,13<br>[0,90 – 2,20]            | 1,39 ± 0,81<br>1,13<br>[0,90 – 1,88]               | -0,16 ± 1,09<br>-0,03<br>[-1,73 – 1,78]    |         |

Abreviaturas: LF = componente de baixa frequência; HF = componente de alta frequência; LF/HF = razão entre os componentes de baixa e alta frequência; un = unidade normalizada e ms<sup>2</sup> = milissegundos quadrados. \*p<0,05.

Tabela 04 – Valores iniciais, finais e a diferença entre eles obtida dos domínios do Questionário de Qualidade de Vida (SF\_36) entre os grupos estudados.

| Domínio                        | Grupo    | Inicial                                 | Final                                   | Diferença                               | Valor p |
|--------------------------------|----------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|---------|
| Capacidade funcional           | Controle | 94,68 ± 4,98<br>(95)<br>[85 – 100]      | 87,75 ± 18,21<br>(92,5)<br>[24 – 100]   | -6,93 ± 16,12<br>(0)<br>[-61 – 5]       | 0,002*  |
|                                | Treinado | 85,00 ± 14,28<br>(85)<br>[55 – 100]     | 90,38 ± 9,23<br>(90)<br>[ 75 – 100]     | 5,38 ± 8,02<br>(5)<br>[0 – 25]          |         |
|                                | Controle | 96,87 ± 8,53<br>(100)<br>[75 – 100]     | 95,31 ± 13,59<br>(100)<br>[50 – 100]    | -1,56 ± 14,34<br>(0)<br>[-50 – 25]      |         |
|                                | Treinado | 94,23 ± 10,96<br>(100)<br>[75 – 100]    | 90,38 ± 19,19<br>(100)<br>[50 – 100]    | -3,84 ± 20,01<br>(0)<br>[-50 -25]       |         |
| Limitação por aspectos físicos | Controle | 73,75 ± 16,36<br>(74)<br>[44 – 100]     | 71,12 ± 17,03(80)<br>(80)<br>[34 – 100] | -2,62 ± 19,49<br>(0)<br>[-66 – 26]      | 0,040*  |
|                                | Treinado | 81,53 ± 17,91<br>(80)<br>[54 – 100]     | 62,03 ± 23,34<br>(64)<br>[84 – 100]     | -19,50 ± 26,45<br>(-20)<br>[-65,6 – 46] |         |
|                                | Controle | 65,25 ± 19,02<br>(68,5)<br>[37 – 95]    | 60,87 ± 19,22<br>(63,5)<br>[32 – 95]    | -4,37 ± 16,51<br>(5)<br>[-35 – 35]      |         |
|                                | Treinado | 59,95 ± 25,03<br>(95)<br>[22 – 100]     | 74,76 ± 15,29<br>(90)<br>[75 – 100]     | 14,81 ± 27,02<br>(5)<br>[-15 – 72,6]    |         |
| Estado geral de saúde          | Controle | 58,75 ± 12,84<br>(60)<br>[40 – 80]      | 55,31 ± 11,03<br>(55)<br>[40 – 80]      | -3,43 ± 16,51<br>(0)<br>[-20 – 20]      | 0,772   |
|                                | Treinado | 59,23 ± 18,69<br>(60)<br>[5 – 75]       | 60,76 ± 8,62<br>(60)<br>[45- 75]        | 1,53 ± 19,72<br>(-5)<br>[-20 – 60]      |         |
|                                | Controle | 83,28 ± 19,20<br>(92,5)<br>[42,5 – 100] | 82,34 ± 23,10<br>(100)<br>[42,5 – 100]  | -0,93 ± 19,12<br>(0)<br>[-57,5 – 25]    |         |
|                                | Treinado | 89,42 ± 13,92<br>(100)<br>[55 – 100]    | 89,23 ± 10,86<br>(92,5)<br>[67,5 – 100] | -0,19 ± 14,41<br>(0)<br>[-20 – 25]      |         |
| Vitalidade                     | Controle | 74,99 ± 35,48<br>(100)<br>[0 – 100]     | 82,85 ± 29,59<br>(100)<br>[0 – 100]     | 7,86 ± 26,04<br>(0)<br>[-33,36 – 66,7]  | 0,428   |
|                                | Treinado | 89,74 ± 21,01<br>(100)                  | 91,01 ± 17,51<br>(100)                  | 1,27 ± 24,02<br>(0)                     |         |
| Aspectos sociais               | Controle | 74,99 ± 35,48<br>(100)<br>[0 – 100]     | 82,85 ± 29,59<br>(100)<br>[0 – 100]     | 7,86 ± 26,04<br>(0)<br>[-33,36 – 66,7]  | 0,489   |
|                                | Treinado | 89,74 ± 21,01<br>(100)                  | 91,01 ± 17,51<br>(100)                  | 1,27 ± 24,02<br>(0)                     |         |
|                                | Controle | 74,99 ± 35,48<br>(100)<br>[0 – 100]     | 82,85 ± 29,59<br>(100)<br>[0 – 100]     | 7,86 ± 26,04<br>(0)<br>[-33,36 – 66,7]  |         |
|                                | Treinado | 89,74 ± 21,01<br>(100)                  | 91,01 ± 17,51<br>(100)                  | 1,27 ± 24,02<br>(0)                     |         |
| Aspectos emocionais            | Controle | 74,99 ± 35,48<br>(100)<br>[0 – 100]     | 82,85 ± 29,59<br>(100)<br>[0 – 100]     | 7,86 ± 26,04<br>(0)<br>[-33,36 – 66,7]  | 0,489   |
|                                | Treinado | 89,74 ± 21,01<br>(100)                  | 91,01 ± 17,51<br>(100)                  | 1,27 ± 24,02<br>(0)                     |         |
|                                | Controle | 74,99 ± 35,48<br>(100)<br>[0 – 100]     | 82,85 ± 29,59<br>(100)<br>[0 – 100]     | 7,86 ± 26,04<br>(0)<br>[-33,36 – 66,7]  |         |
|                                | Treinado | 89,74 ± 21,01<br>(100)                  | 91,01 ± 17,51<br>(100)                  | 1,27 ± 24,02<br>(0)                     |         |



|                     |                 |                       |                       |                      |       |
|---------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------|
|                     |                 | [33,3 – 100]          | [50 – 100]            | [-50 – 33,34]        |       |
|                     | <b>Controle</b> | 69,00 ± 19,29<br>(78) | 65,00 ± 19,75<br>(72) | -4 ± 19,86<br>(-2)   | 0,055 |
| <b>Saúde mental</b> |                 | [40 – 92]             | [32 – 84]             | [-40 – 44]           |       |
|                     | <b>Treinado</b> | 64,69 ± 21,99<br>(72) | 76,92 ± 12,45<br>(76) | 12,30 ± 23,68<br>(8) |       |
|                     |                 | [18 – 84]             | [60 – 96]             | [-12 – 62]           |       |

---

Obs:Valores descritos em média ± desvio padrão (mediana) [intervalo de confiança a 95%].



**EFEITOS DO TREINAMENTO FUNCIONAL SOBRE INDICES  
GEOMÉTRICOS DE VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA**

Marianne Penachini da Costa de Rezende Barbosa<sup>1</sup>; Jayme Netto Júnior<sup>3</sup>;  
Bruna Montechieze Cassemiro <sup>2</sup>; Aline Fernanda Barbosa Bernardo<sup>2</sup>; Anne  
Kastelianne França da Silva<sup>1</sup>; Franciele Marques Vanderlei<sup>2</sup>; Carlos Marcelo  
Pastre<sup>3</sup>; Luiz Carlos Marques Vanderlei<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Stricto Sensu Post Graduate in Physiotherapy. Univ Estadual Paulista – FCT/UNESP, Presidente Prudente, SP, Brazil.

<sup>2</sup>MSc. Univ Estadual Paulista – FCT/UNESP, Presidente Prudente, SP, Brazil.

<sup>3</sup>Physiotherapy Department. Univ Estadual Paulista – FCT/UNESP, Presidente Prudente, SP, Brazil.

Mailing for:

Faculdade de Ciências e Tecnologia UNESP – Universidade Estadual Paulista.  
Post Graduate in Physiotherapy Program. A/C Luiz Carlos Marques Vanderlei.  
Address: Roberto Simonsen St, 305 – zip code: 19060–900  
Telephone: (18) 3229–5819  
Presidente Prudente/SP, Brazil  
E-mail: mapenachini@hotmail.com

## RESUMO

**Introdução:** Os métodos geométricos convertem os intervalos RR em padrões geométricos e permitem analisar a modulação autonômica por meio das propriedades geométricas ou gráficas do padrão resultante, sendo uma ferramenta interessante na análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). **Objetivo:** Avaliar por meio de índices geométricos da VFC os efeitos de um treinamento funcional sobre a modulação autonômica cardíaca em mulheres jovens saudáveis. **Métodos:** Para sua realização foram avaliados dados de 29 mulheres, as quais foram distribuídas em dois grupos: Grupo Treinamento Funcional (GTF;  $n = 13$ ;  $23 \pm 2,51$  anos; índice de massa corpórea (IMC) de  $21,90 \pm 2,82 \text{ Kg/m}^2$ ) e Grupo Controle (GC;  $n = 16$ ;  $20,56 \pm 1,03$  anos; IMC de  $22,12 \pm 3,86 \text{ Kg/m}^2$ ). O GTF realizou treinamento funcional periodizado por 12 semanas com frequência de 3 vezes na semana. Os dois grupos tiveram a modulação autonômica cardíaca avaliada antes e após o treinamento. Para essa avaliação a frequência cardíaca foi captada batimento a batimento em repouso na posição supina com respiração espontânea por 30 minutos e os índices geométricos da VFC foram obtidos pelo *software* Kubios HRV. Foi realizada ainda a análise qualitativa do *plot* de Poincaré. Após testada a normalidade dos dados por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, utilizou-se o teste *t* de *Student* para dados pareados quando a distribuição foi normal e o teste de *Mann-Whitney* para dados cuja distribuição foi não normal para comparar as diferenças obtidas entre o momento final menos o inicial dos grupos estudados. O nível de significância adotado foi de 5%. **Resultados:** Verificou-se um aumento significativo nos valores das diferenças dos índices: RRTri ( $5,23 \pm 3,74$  vs.  $1,72 \pm 2,94$ ;  $p = 0,009$ ), SD1 ( $12,06 \pm 8,22$  vs.  $0,91 \pm 5,94$ ;  $p = 0,001$ ) e SD2 ( $34,05 \pm 21,38$  vs.  $6,67 \pm 22,61$ ;  $p = 0,001$ ) no GTF em comparação ao GC e a análise qualitativa do *plot* de Poincaré mostrou um aumento na dispersão dos intervalos RR batimento a batimento e a longo prazo no grupo funcional após o treinamento. Não foram observadas alterações nos índices: TINN ( $66,53 \pm 76,74$  vs.  $25,62 \pm 104,40$ ;  $p = 0,050$ ) e SD1/SD2 ( $-0,01 \pm 0,16$  vs.  $-0,01 \pm 0,15$ ;  $p = 0,287$ ). **Conclusão:** O treinamento funcional promoveu impacto benéfico na modulação autonômica cardíaca, caracterizado pelo aumento da atividade parassimpática e da variabilidade global, e essas alterações podem ser identificadas por meio dos índices geométricos da VFC.

**Palavras-chave:** Sistema nervoso autônomo, treinamento resistido, frequência cardíaca.

## INTRODUÇÃO

Diversos são os efeitos benéficos apontados pelo treinamento funcional<sup>1-5</sup> um tipo de treinamento resistido que foi fortemente implementado nos últimos anos<sup>2</sup>, com o propósito de treinar adaptações mais específicas para determinados movimentos padrões ou ações que ocorrem nas atividades de vida diária de atletas e não atletas<sup>1,6</sup>. Embora muito utilizado na prática clínica<sup>1,3,4</sup>, a sua influência sobre a modulação autonômica ainda é desconhecida gerando uma lacuna na literatura a respeito do tema.

Uma das formas de avaliação da modulação autonômica é por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), uma medida não invasiva e com boa reprodutibilidade quando realizada de forma padronizada<sup>7</sup> que descreve as oscilações nos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos RR), que estão relacionadas às influências do sistema nervoso autônomo (SNA) sobre o nódulo sinusal, sendo capaz de avaliar a saúde cardíaca e o estado do sistema nervoso autônomo (SNA) responsável pela regulação cardíaca<sup>7-10</sup>.

Dentre os métodos utilizados para análise da VFC, encontram-se os métodos geométricos - índice triangular (RRtri), interpolação triangular de histograma de intervalos NN (TINN) e *plot* de Poincaré - os quais convertem os intervalos RR em padrões geométricos e permitem analisar a VFC por meio das propriedades geométricas ou gráficas do padrão resultante<sup>9-12</sup>.

Os índices RRtri e o TINN são calculados a partir da construção de um histograma de densidade dos intervalos RR normais, que contém no eixo x o comprimento dos intervalos RR, e no eixo y, a frequência com que eles

ocorreram. A união dos pontos das colunas do histograma forma uma figura semelhante a um triângulo do qual são extraídos esses índices<sup>8-12</sup>.

Já o *plot* de Poincaré é uma representação gráfica bidimensional da correlação entre intervalos RR consecutivos, em que cada intervalo é plotado contra o próximo intervalo e a sua análise pode ser feita de forma qualitativa, por meio da avaliação da figura formada pelo seu atrator, a qual mostra o grau de complexidade dos intervalos RR, ou quantitativa, pelo ajuste de uma elipse à figura formada pelo *plot*, de onde se obtém os índices: SD1, SD2 e a razão SD1/SD2<sup>13,14</sup>. Além disso, a análise do *plot* de Poincaré é considerada por alguns autores como baseada na dinâmica não linear<sup>15-17</sup>.

A análise da VFC por métodos não lineares vem ganhando crescente interesse, pois existem evidências de que os mecanismos envolvidos na regulação cardiovascular provavelmente interagem entre si de modo não linear<sup>18,19</sup>. Além disso, as análises não-lineares têm mostrado uma nova visão sobre as anormalidades do comportamento da FC em várias condições, fornecendo informações para interpretações fisiológicas e prognósticas adicionais quando comparada com os métodos tradicionais<sup>14</sup>.

Entendendo que a análise da VFC por meio dos métodos geométricos podem fornecer informações de relevância clínica, que nos ajudem a compreender a influência do treinamento funcional em uma população saudável, o objetivo do presente estudo foi avaliar por meio de índices geométricos de VFC os efeitos de um treinamento funcional sobre a modulação autonômica cardíaca em mulheres jovens saudáveis.

## **MÉTODOS**

### **População de estudo**

Trata-se de um ensaio clínico, cuja amostra inicial contou com 32 voluntárias universitárias, aparentemente saudáveis, com média de idade entre 18 e 26 anos, que não realizaram nenhuma atividade física regular ou treinamento de musculação nos últimos seis meses.

Não foram incluídas no estudo voluntárias que apresentaram pelo menos uma das seguintes características: tabagistas, alcoolistas, usuárias de drogas ou medicamentos que influenciassem a atividade do SNA, portadoras de doença cardiovascular, respiratória ou metabólica conhecida, e também que apresentassem qualquer processo inflamatório e/ou infeccioso ou episódio de lesão músculo-tendínea ou osteoarticular nos membros superiores e inferiores e/ou coluna. Foram excluídas do estudo voluntárias que apresentaram erros nas séries de intervalos RR captadas superior a 5% e também que não obtiveram frequência de 90% durante os dias de treinamento.

As voluntárias foram informadas sobre os procedimentos e objetivos do estudo, e após concordarem, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Além disso, cada voluntária anexou ao termo de consentimento uma cópia do atestado médico que lhes asseguraram perfeitas condições físicas para realização de exercícios. Todos os procedimentos utilizados nesse estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Instituição (Proc. nº do CAAE: 01310212.4.0000.5402).

## **Grupos Experimentais**

As voluntárias foram alocadas em dois grupos composto de 16 voluntárias cada, randomizados aleatoriamente assim denominados:

a) Grupo Controle (GC) – As voluntárias realizaram todas as avaliações, mas não foram submetidas ao TF;

b) Grupo de Treinamento Funcional (GTF) – As voluntárias realizaram todas as avaliações e foram submetidas à um programa de TF.

Ao final do protocolo experimental o GC se manteve com 16 voluntárias, mas o GTF perdeu 03 voluntárias (uma voluntária por desistir do estudo e as outras duas por apresentar séries de intervalos RR com erro superior a 5%), sendo composto ao final do estudo por 13 voluntárias.

## **Delineamento experimental**

A realização dos treinamentos e a coleta de dados foram realizadas na clínica particular, Studio Salus: Reabilitação Física e Longevidade em Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. O treinamento era realizado no horário das 12h e as 13h30 e ocorreram de agosto a novembro de 2012. Inicialmente todas as voluntárias realizaram uma avaliação inicial que incluiu: avaliação antropométrica (peso e altura), avaliação da modulação autonômica e avaliação da força muscular, por meio do teste de 1RM, para determinação da carga que foi utilizada durante o treinamento para cada um dos exercícios. A avaliação da modulação autonômica foi repetida após o período de treinamento realizado com o GTF.

O GTF foi submetido a um programa de treinamento funcional periodizado por 12 semanas com frequência de 3 sessões semanais, totalizando



30 sessões de treinos. As cargas de todos os exercícios iniciaram com 30% da carga obtida nos testes de 1RM e foram incrementadas gradualmente até chegarem em 100% na última semana de treinamento.

### **Programa de Treinamento**

O GTF foi submetido ao programa de treinamento periodizado com frequência de 3 sessões semanais, totalizando 30 sessões de treinos com intervalos recuperativos de 24 a 72 horas entre as sessões, que tinham cerca de 60 minutos de duração. O programa contou com dois conjuntos de exercícios (A e B), que englobavam a maioria dos grupos musculares, como: flexores/extensores/adutores/abdutores de perna, quadril, braço e ombro, estabilizadores de escápula, glúteos, abdominais, lombares, peitorais e costais. Os conjuntos de exercícios eram alternados a cada sessão. A Figura 1 mostra o conjunto de exercícios A e a Figura 2 mostra o conjunto de exercícios B.

### **# Figuras 1 e 2 #**

Para a realização de cada um dos exercícios do programa foi realizado o teste de 1RM<sup>20</sup> e familiarização com os equipamentos e os exercícios antes do início do treinamento e as cargas para cada um dos exercícios foram calculadas segundo a porcentagem de carga do teste de 1RM estipulada para cada semana de treinamento.

O treinamento foi executado de forma periodizada e progressiva, iniciando com cargas entre 30 a 40% de 1RM no período de resistência de força (3 semanas), no qual o número de séries e repetições foram crescentes a cada

semana, respectivamente em cada semana: 2x12, 2x16 e 2x20. A 4ª semana foi recuperativa (sem treinamento). A partir da 5ª semana de treinamento foram realizados treinamentos de força. O incremento de carga da 5ª a 8ª semana variou de 40 a 90% de 1RM, em um tipo de incremento conhecido como “pirâmide”, onde a medida que se aumentava 10% de 1RM na carga de trabalho, eram diminuídas duas repetições do exercício. Para cada exercício foram realizadas 3 séries, iniciando com 16 repetições na 5ª semana, 12 na 6ª semana, 10 na 7ª semana e 8 na 8ª semana.

A 9ª semana também foi recuperativa e o treinamento de força se manteve com a incrementação de cargas do tipo “pirâmide”, da seguinte forma: O número de séries e repetições foram: 1x 6, 1x 4, 1x 2, 1x 4, 1x 6 e as cargas variaram conforme o número de repetições, respectivamente: 80%, 90%, 100%, 90%, 80% de 1RM. Na 10ª semana foi acrescentado uma série de 1x 2 com carga de 100% 1RM, na 12ª semana foi acrescentada ainda mais uma série de 1x 2 com carga de 100% 1RM. O intervalo entre todas as séries dos exercícios foi de 40 segundos a 1 minuto e meio.

### **Avaliação Antropométrica**

A massa corporal foi obtida por meio da balança digital (Welmy R/I 200 – Brasil), com as voluntárias em posição ortostática, braços estendidos ao longo do corpo e sem calçados. Para a obtenção da estatura (Estadiômetro Sanny – Brasil), as voluntárias se encontraram também descalças e a mensuração da estatura foi realizada durante a expiração. A partir das medidas de massa corporal e estatura foi calculado o índice de massa corporal (IMC)

utilizando-se a fórmula: massa do indivíduo (quilogramas), dividida pela sua altura (metros)<sup>21</sup>.

### **Avaliação da Modulação Autonômica**

As voluntárias foram orientadas para que 12 horas antes da realização das captações não ingerissem bebidas alcoólicas e / ou estimulantes tais como café, chá, refrigerantes e chocolate. A coleta foi realizada de forma individual, e as voluntárias foram orientadas a manterem-se em repouso, evitando conversas durante sua execução. Não foi permitida a circulação de pessoas pela sala durante a execução das coletas, de modo a reduzir a ansiedade das voluntárias.

Para análise dos índices de VFC a FC foi captada batimento a batimento por meio de um cardiofrequencímetro da marca Polar® S810i (Polar Electro OY, Finlândia), equipamento previamente validado para esta captação e análise de VFC<sup>22</sup>. Para a captação da FC, a cinta contendo o transmissor do cardiofrequencímetro foi posicionada no tórax das voluntárias, ao nível do terço distal do esterno, imediatamente abaixo dos seios, e o relógio de captação foi colocado no punho direito das voluntárias. Após a colocação do cardiofrequencímetro as voluntárias permaneceram deitadas em repouso, na posição supina, em uma maca com respiração espontânea por 30 minutos. Todas as coletas foram realizadas no período da manhã para evitar variações circadianas.

Os dados obtidos através da monitorização foram transferidos do cardiofrequencímetro para o computador por meio do software Polar Precision Performance SW, versão 3.0 e, posteriormente, para cálculo dos

índices de VFC foi utilizado o software Kubios HRV - versão 2.0 (Kubios, Biosignal Analysis and Medical Image Group, Department of Physics, University of Kuopio, Finland).

Para análise dos dados foram utilizados 1000 intervalos RR consecutivos, após ter sido feita filtragem digital complementada por manual, para eliminação de batimentos ectópicos prematuros e artefatos, e somente séries com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídas no estudo.

Para análise da VFC foram utilizados os índices RRTri, TINN e as análises quantitativa e qualitativa do *plot* de Poincaré.

O índice triangular foi calculado a partir da construção do histograma de densidade dos intervalos RR normais, e consiste na integral do histograma (isto é, o número total de intervalos RR) dividida pelo máximo da distribuição de densidade (frequência modal dos intervalos RR), mensurado em uma escala discreta com caixas de 7.8125 ms (1/128 segundos)<sup>8</sup>.

O TINN consiste na largura da linha de base da distribuição medida como a base de um triângulo, aproximando a distribuição de todos os intervalos RR, sendo que a diferença dos mínimos quadrados foi utilizada para determinação do triângulo<sup>8</sup>.

Na avaliação quantitativa do plot de Poincaré, por meio do ajuste da elipse da figura formada pelo seu atrator, foram obtidos três índices: SD1, SD2 e a razão SD1/SD2. O índice SD1 representa o desvio padrão da variabilidade instantânea de intervalos RR contínuos e é determinado pela largura da elipse formada pelo *plot* de Poincaré, sendo considerado um marcador da modulação parassimpática e o SD2 corresponde ao desvio padrão de longo prazo dos intervalos RR contínuos, determinado pelo comprimento do

plot e é marcador da modulação parassimpática e simpática. A relação SD1/SD2 mostra a razão entre as variações curta e longa dos intervalos<sup>7,9,11</sup>.

Quanto à análise qualitativa do *plot*, ela foi realizada por meio da análise das figuras formadas pelo seu atrator, sendo considerados para essa análise os seguintes padrões: 1) Figura onde um aumento na dispersão dos intervalos RR batimento a batimento é observado; 2. Figura com pequena dispersão global batimento a batimento (SD1) e sem aumento da dispersão dos intervalos RR a longo prazo; 3. Figura complexa ou parabólica, na qual duas ou mais extremidades distintas são separadas do corpo principal do *plot*, com pelo menos três pontos incluídos em cada extremidade<sup>9,11</sup>.

### **Análise dos Dados**

Para análise dos dados do perfil da população foi verificada a normalidade dos dados, por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, uma vez que todos os dados apresentaram distribuição normal aplicou-se o teste *t* de *Student*, a fim de verificar a homogeneidade entre os grupos. Para avaliação da influência do treinamento funcional foram comparadas as diferenças encontradas entre os grupos (valores finais - valores iniciais), para isso foram testadas as normalidades dos dados também por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. Em seguida, utilizou-se o teste *t* de *Student* para dados pareados quando a distribuição foi normal e o teste de *Mann-Whitney* para dados cuja distribuição foi não normal. O nível de significância foi estabelecido em  $p < 0,05$  para todos os testes. O cálculo amostral, com o número de indivíduos analisados e um nível de significância de 5% (teste de duas caudas), assegurou um poder superior a 80% para a detecção de diferenças entre as variáveis.

Os valores foram expressos em médias, seguidos dos respectivos desvios padrão, medianas e intervalos de confiança a 95%, dos valores iniciais, finais e as diferenças entre eles, além do valor de  $p$ .

## RESULTADOS

A Tabela 1 mostra os valores de idade, peso, altura e IMC dos grupos estudados. Observa-se que os grupos não são homogêneos quanto a idade.

### # Tabela 01 #

A Tabela 2 mostra os índices geométricos da VFC analisados no início e ao final do treinamento. A comparação entre as diferenças obtidas dos valores finais e iniciais apontam que o grupo funcional apresentou aumento significativo ( $p < 0,05$ ) nos valores dos índices: RRTri, SD1 e SD2 em comparação ao grupo controle. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para os índices TINN e a razão SD1/SD2.

### # Tabela 02 #

A Figura 3 mostra um exemplo do padrão do *plot* de Poincaré antes e após o protocolo de treinamento funcional para os grupos experimental e controle.

### # Figura 3 #

## DISCUSSÃO

No presente estudo verificou-se os efeitos do treinamento funcional sobre a modulação autonômica cardíaca em mulheres jovens saudáveis, por meio de índices geométricos de VFC. Os resultados mostraram um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) nos valores dos índices: RRTri, SD1 e SD2 no grupo funcional em comparação ao grupo controle. Além disso, a análise qualitativa do plot de Poincaré mostrou um aumento na dispersão dos intervalos RR batimento a batimento e a longo prazo no grupo funcional após o treinamento. Esses achados sugerem que o treinamento funcional realizado por 12 semanas foi capaz de promover melhora na modulação autonômica de mulheres jovens e saudáveis.

Esse é o primeiro estudo que avaliou os efeitos de um período de treinamento funcional sobre a modulação autonômica utilizando índices geométricos de VFC, com destaque para a análise qualitativa do *plot* de Poincaré, considerado por alguns autores como um índice não linear.

A análise da VFC por meio de métodos não lineares possibilita uma compreensão fisiológica mais ampla do impacto do treinamento funcional sobre a modulação autonômica, pois há evidências de que os mecanismos envolvidos na regulação cardiovascular provavelmente interagem entre si de modo não linear<sup>18,19</sup>.

Observou-se uma elevação dos valores do índice SD1 nas voluntárias do grupo treinado em relação ao controle quando comparadas as diferenças obtidas entre os valores pré e pós-treinamento, sugerindo que o treinamento funcional promoveu aumento na atividade do ramo parassimpático do sistema nervoso autônomo.

Sabe-se que a diminuição da atividade vagal está associada ao aumento do risco para morbidade e mortalidade por diversas causas e ao desenvolvimento de fatores de risco para doenças cardiovasculares<sup>22</sup>, portanto, podemos sugerir que o treinamento funcional pode ser um bom aliado na prevenção desses acometimentos, uma vez que promove aumento da atividade parassimpática.

A realização do treinamento funcional promoveu também elevação da variabilidade global, expressa pelos aumentos dos índices SD2 e RRTri. Apesar de também indicar a atividade global do SNA e de ser maior no grupo que realizou o treinamento com valores próximos da significância, o índice TINN não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

O grau de variabilidade da frequência cardíaca nos fornece importantes informações sobre o funcionamento do controle nervoso e da capacidade do coração em responder aos diferentes estímulos<sup>11</sup>. Tomados em conjunto esses resultados sugerem que o treinamento funcional aumenta a capacidade de resposta do coração aos estímulos externos.

Em relação à razão SD1/SD2 não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes quando comparado o grupo funcional com o controle, o que pode ser justificado pelo aumento observado tanto no índice SD1 quanto no SD2, no grupo que realizou o treinamento.

Na análise qualitativa do *plot* de Poincaré foi observado tanto uma maior dispersão global batimento a batimento quanto um aumento da dispersão dos intervalos RR a longo prazo nas figuras do plot após o treinamento, sugerindo que o treinamento funcional aumenta a VFC.



Os resultados demonstraram que os índices geométricos foram capazes de identificar a melhora na modulação autonômica induzida pelo treinamento funcional. Esse é um resultado importante, pois a principal vantagem dos métodos geométricos encontra-se na sua sensibilidade em relação à qualidade analítica da série de intervalos, além disso, os índices RRtri e TINN são altamente insensíveis aos artefatos e batimentos ectópicos, porque são deixados fora do triângulo, reduzindo a necessidade de pré-processamento dos dados registrados<sup>7</sup>.

Apontamos como limitações do estudo o fato dos grupos comparados não serem homogêneos quanto à idade, contudo, apesar de significativa, a diferença de idade entre os grupos é muito pequena e acreditamos que isso não tenha influenciado os resultados. Outros estudos que investiguem os efeitos do treinamento funcional em diferentes faixas etárias e populações podem contribuir ainda mais com a sua utilização no âmbito clínico.

Os resultados desse estudo mostram que o treinamento funcional realizado por 12 semanas em mulheres jovens saudáveis promoveu efeitos benéficos na modulação autonômica cardíaca, caracterizadas por aumento da atividade parassimpática e da variabilidade global, e que essas alterações podem ser identificadas por meio dos índices geométricos da VFC.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Tomljanovic´ M, Spasic´ M, Gabrilo G, Uljevic´ O, Foritic´ N. Effects of five weeks of funcional vs. tradicional resistance training on anthropometric and motor performance variables. *Kinesiology*. 2011;43(2):145-54.
2. Weiss T, Kreitinger J, Wilde H, Wiora C, Steege M, Dalleck L et al . Effect of functional resistance training on muscular training on muscular fitnees outcomes in young adults. *J Exerc Sci Fit*. 2010;8(2):113-22.

3. Kibele A, Behm DG. Seven weeks of instability and traditional resistance training effects on strength, balance and functional performance. *J Strength Cond Res.* 2009;23(9):2443-50.
4. Legally KM, Cordero J, Good J, Brown DD, Mccaw ST. Physiologic and metabolic responses to a continuous functional resistance exercise workout. *J Strength Cond Res.* 2009;23(2):373-79.
5. Milton D, Porcari JPP, Foster C, Gibson M, Udermann B. The effect of functional exercise training on functional fitness levels of older adults. *Gundersen Med J.* 2008;5(1):4-8.
6. Pacheco MM, Teixeira LAC, Franchini E, Takito MY. Functional vs. strength training in adults: specific needs define the best intervention. *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8(1):34-43.
7. Acharya UR, Joseph KP, Kannathal N, Lim CM, Suri JS. Heart rate variability: a review. *Med Biol Eng Comput.* 2006;44 (12):1031-51.
8. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation.* 1996;93(5):1043-65.
9. Vanderlei LC, Pastre CM, Freitas IF, Godoy MF. Geometric indexes of heart rate variability in obese and eutrophic children. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95:35-40.
10. Carvalho TD, Pastre CM, Rossi RC, Abreu LC, Valenti VE, Vanderlei LC. *Rev Port Pneumol.* 2011;17:260-5.
11. Tulppo MP, Makikallio TH, Takala TES, Seppanen T, Huikuri HV. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. *Am J Physiol (Circ Physiol).* 1996;271(7):H244-52.
12. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24(2):205-17.
13. Khaled AS, Owis MI, Mohamed ASA. Employing time-domain methods and Poincaré plot of heart rate variability signals to detect congestive heart failure. *BIME Journal.* 2006;6(1):35-41.

14. Manzano BM, Vanderlei LCM, Ramos EM, Ramos D. Efeitos agudos do tabagismo sobre a modulação autonômica: análise por meio do *plot* de Poincaré. *Arq Bras Cardiol*. 2011; 96(2):154-160.
15. Brennan M, Palaniswami M, Kamen P. Do existing measures of Poincare plot geometry reflect nonlinear features of heart rate variability?. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2001;48(11):1342–134.
16. Voss A, Schroeder R, Truebner S, Goernig M, Figulla HR, Schirdewan A. Comparison of nonlinear methods symbolic dynamics, detrended fluctuation, and Poincaré plot analysis in risk stratification in patients with dilated cardiomyopathy. *Chaos*. 2007;17(1):015120.
17. Karmakar CK, Gubbi J, Khandoker AH, Palaniswami M. Analyzing temporal variability of standard descriptors of Poincaré plots. *J Electrocardiol*. 2010;43:719–24.
18. Huikuri HV, Makikallio TH, Perkiomaki J. Measurement of heart rate variability by methods based on nonlinear dynamics. *J Electrocardiol*. 2003;36(Suppl):95-9.
19. Godoy MF, Takakura IT, Correa PR. Relevância da análise do comportamento dinâmico não-linear (Teoria do Caos) como elemento prognóstico de morbidade e mortalidade em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização miocárdica. *Arq Cienc Saúde*. 2005;12(4):167-71.
20. Pereira MIR, Gomes PSC. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – Revisão e novas evidências. *Rev Bras Med Esporte*. 2003;9(5):325-35.
21. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization, 2000. p. 256. WHO Obesity Technical Report Series, n. 284.
22. Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res*. 2008;41(10):854-59.
- 22- Thayer JF, Lane RD. The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. *Biol Psychol*. 2007;74:224-42.



Figura 1 – Exercícios do treinamento resistido funcional – Conjunto A.

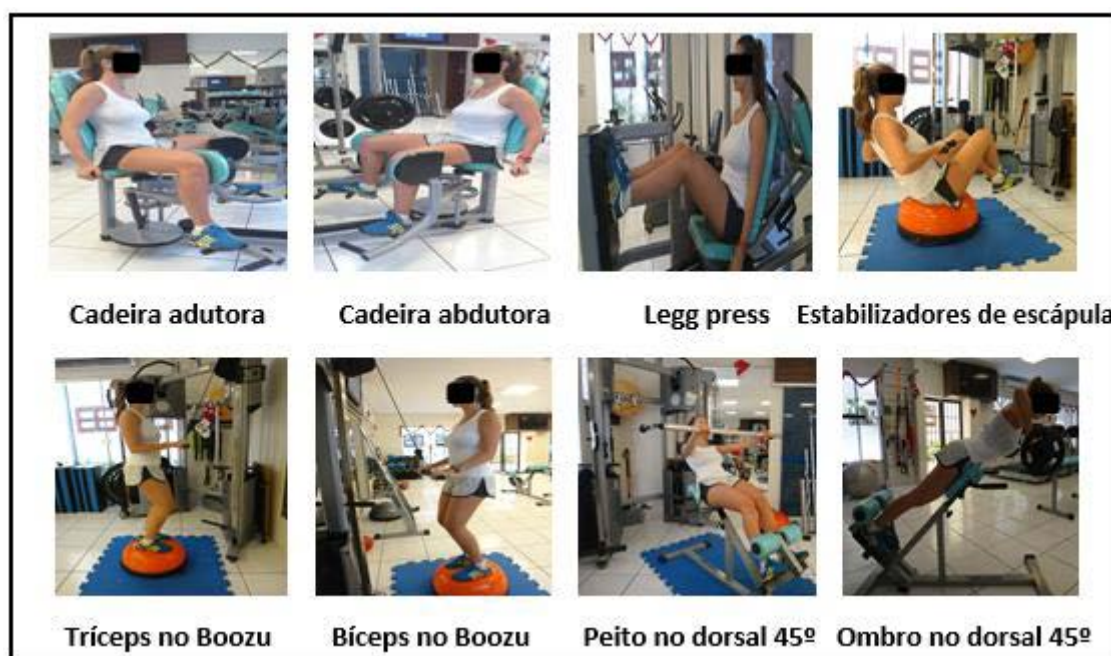


Figura 2 – Exercícios do treinamento resistido funcional – Conjunto B.

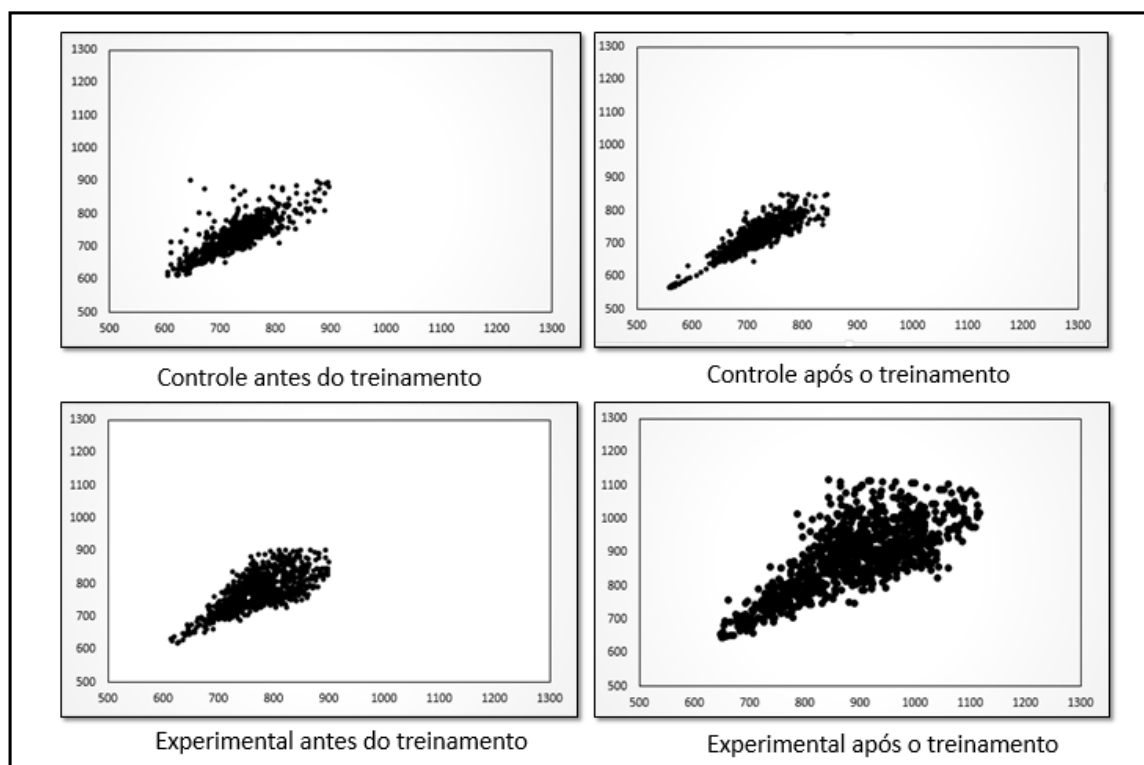


Figura 3 – Exemplo visual do *plot* de Poincaré observado no grupo controle antes (SD1 = 20,1; SD2 = 63,0) e depois (SD1 = 15,0; SD2 = 56,3) e experimental antes (SD1 = 26,5; SD2 = 69,2) e depois (SD1 = 51,3; SD2 = 130,8) do treinamento funcional.

Tabela 01 – Valores antropométricos das voluntárias dos grupos funcional e controle.

| Variável                      | Controle (n=16) | Experimental (n=13) | Valor p |
|-------------------------------|-----------------|---------------------|---------|
| <b>Idade (anos)</b>           | 20,56 ± 1,03    | 23 ± 2,51           | 0,01*   |
| <b>Peso (Kg)</b>              | 58,42 ± 10,43   | 58,32 ± 8,72        | 0,977   |
| <b>Altura (m)</b>             | 1,62 ± 0,04     | 1,63 ± 0,05         | 0,788   |
| <b>ÍMC (kg/m<sup>2</sup>)</b> | 22,12 ± 3,86    | 21,90 ± 2,82        | 0,862   |

Abreviaturas: Kg = quilogramas; m = metros; m<sup>2</sup> = metros quadrados; IMC = índice de massa corporal; n= número de sujeitos que compuseram a amostra.  
\*p<0,05.

Tabela 02 – Valores médios, seguidos dos respectivos desvios padrão, mediana e intervalo de confiança a 95% e valor de p para análise de índices geométricos da VFC nos grupos controle e experimental, no início e ao final do treinamento.

| Índice  | Grupo        | Início            | Final             | Diferença       | Valor p |
|---------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------|
| RRtri   | Controle     | 12,68 ± 2,67      | 14,04 ± 4,15      | 1,72 ± 2,94     | 0,009*  |
|         |              | 12,95             | 13,40             | 0,71            |         |
|         |              | [11,25 – 14,10]   | [12,19 – 16,61]   | [-1,94 – 7,87]  |         |
|         | Experimental | 12,06 ± 4,06      | 17,29 ± 4,84      | 5,23 ± 3,74     | 0,050   |
|         |              | 11,91             | 16,71             | -0,48           |         |
|         |              | [9,61 – 14,51]    | [14,36 – 20,22]   | [-1,47 – 12,24] |         |
| TINN    | Controle     | 221,56 ± 74,89    | 247,19 ± 53,48    | 25,62 ± 104,40  | 0,001*  |
|         |              | 215,00            | 237,50            | 15,00           |         |
|         |              | [181,66 – 261,46] | [218,70 – 275,68] | [-105 – 365]    |         |
|         | Experimental | 184,62 ± 61,12    | 251,15 ± 58,88    | 66,53 ± 76,74   | 0,003*  |
|         |              | 180,00            | 260,00            | 65,00           |         |
|         |              | [141,05 – 225,18] | [215,57 – 286,74] | [-80 – 195]     |         |
| SD1     | Controle     | 30,19 ± 8,77      | 31,13 ± 10,86     | 0,91 ± 5,94     | 0,287   |
|         |              | 29,55             | 30,40             | -0,45           |         |
|         |              | [25,51 – 34,86]   | [25,32 – 36,90]   | [-7,2 – 10,8]   |         |
|         | Experimental | 26,00 ± 17,85     | 38,06 ± 16,92     | 12,06 ± 8,22    | 0,287   |
|         |              | 21,90             | 33,80             | 10,50           |         |
|         |              | [15,21 – 36,79]   | [27,84 – 48,29]   | [0,9 – 26,3]    |         |
| SD2     | Controle     | 68,06 ± 18,59     | 74,74 ± 23,99     | 6,67 ± 22,61    | 0,287   |
|         |              | 61,65             | 70,80             | 7,05            |         |
|         |              | [58,16 – 99,97]   | [61,96 – 87,52]   | [-35,1 – 62,1]  |         |
|         | Experimental | 60,85 ± 15,68     | 94,90 ± 21,75     | 34,05 ± 21,38   | 0,287   |
|         |              | 63,10             | 89,30             | 28,60           |         |
|         |              | [51,37 – 70,33]   | [81,76 – 108,50]  | [5,7 – 79]      |         |
| SD1/SD2 | Controle     | 0,44 ± 0,08       | 0,42 ± 0,13       | -0,01 ± 0,15    | 0,287   |
|         |              | 0,46              | 0,38              | -0,06           |         |
|         |              | [0,31 – 0,59]     | [0,26 – 0,73]     | [-0,24 – 0,33]  |         |
|         | Experimental | 0,40 ± 0,21       | 0,38 ± 0,11       | -0,01 ± 0,16    | 0,287   |
|         |              | 0,34              | 0,36              | 0,00            |         |
|         |              | [0,17 – 0,94]     | [0,22 – 0,67]     | [-0,48 – 0,16]  |         |

Abreviaturas: RRtri = índice triangular; TINN = interpolação triangular dos intervalos RR; SD1 = desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento; SD2 = desvio-padrão da variabilidade a longo prazo; SD1/SD2 = razão entre SD1/SD2.



Conclui-se, a partir dos achados que o treinamento funcional, realizado no período de 12 semanas em mulheres jovens saudáveis:

I) Foi capaz de promover melhora da modulação autonômica cardíaca, na qualidade de vida e na força muscular de mulheres adultas saudáveis destreinadas, mas não nos parâmetros cardiorrespiratórios.

II) As alterações induzidas pelo treinamento podem ser identificadas por meio dos índices geométricos da VFC e se caracterizam por aumento da atividade parassimpática e da variabilidade global.





1. Abad CCC, Silva RS, Mostarda C, Silva ICM, Irigoyen MC. Efeito do exercício aeróbico e resistido no controle autonômico e nas variáveis hemodinâmicas de jovens saudáveis. *Rev bras Educ Fís Esporte*. 2010;24(4):535-44.
  
2. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 Update: a scientific statement from the American Heart Association Council on clinical cardiology and council on nutrition, physical activity, and metabolism. *Circulation*. 2007;116:572-84.
  
3. Heffernan KS, Fahs CA, Shinsako KK, Jae SY, Fernhall B. Heart rate recovery and heart rate complexity following resistance exercise training and detraining in young men. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2007;293:H3180–86.
  
4. Melo RC, Quitério RJ, Takahashi ACM, Silva E, Martins LEB, Catai AM. High eccentric strength training reduces heart rate variability in healthy older men. *Br J Sports Med*. 2008;42:59-63.
  
5. Heffernan KS, Sosnoff JJ, Fahs CA, Shinsako KK, Jae SY, Fernhall B. Fractal scaling properties of heart rate dynamics following resistance exercise training. *J Appl Physiol*. 2008;105:109–13.
  
6. Position Stand of American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009:687-708.
  
7. Kingsley JD, McMillan V, Figueroa A. The effects of 12 weeks of resistance exercise training on disease severity and autonomic modulation at rest and after acute leg resistance exercise in women with fibromyalgia. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91:1551-7.
  
8. Takahashi ACM, Melo RC, Quitério RJ, Silva E, Catai AM. The effect of eccentric strength training on heart rate and on its variability during isometric exercise in healthy older men. *Eur J Appl Physiol*. 2009;105:315–23.
  
9. Cooke WH, Carter JR. Strength training does not affect vagal–cardiac control or cardiovagal baroreflex sensitivity in young healthy subjects. *Eur J Appl Physiol*. 2005;93: 719–25.
  
10. Collier SR, Kanaley JA, Carhart Jr R, Frechette V, Tobin MM, Bennett N, et al. Cardiac autonomic function and baroreflex changes following 4 weeks of resistance versus aerobic training in individuals with pre-hypertension. *Acta Physiol*. 2009;195,339–48.

11. Figueroa A, Kingsley JD, McMillan V, Panton LB. Resistance exercise training improves heart rate variability in women with fibromyalgia. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2008;28 :49–54.
  
12. Heffernan KS, Jae SY, Vieira VJ, Iwamoto GA, Wilund KR, Woods JA, et al. C-reactive protein and cardiac vagal activity following resistance exercise training in young African-American and white men. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2009;296:R1098–105.
  
13. Grant CC, Viljoen M, Rensburg J, Wood OS. Heart rate variability assessment of the effect of physical training on autonomic cardiac control. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2012;17(3):219–29.
  
14. Camillo CA, Laburu VM, Gonçalves NS, Cavalheri V, Tomasi FP, Hernandez NA, et al. Improvement of heart rate variability after exercise training and its predictors in COPD. *Respir Med CME*. 2011;105:1054e-62.
  
15. Tomljanovic M, Spasic M, Gabrilo G, Uljevic O, Foritic N. Effects of five weeks of functional vs. traditional resistance training on anthropometric and motor performance variables. *Kinesiology*. 2011;43(2):145-54.
  
16. Pacheco MM, Teixeira LAC, Franchini E, Takito MY. Functional vs. Strength training in adults: Specific needs define the best intervention. *Int J Sports Phys Ther*. 2013;8(1):34-43.
  
17. Kibele A, Behm DG. Seven weeks of instability and traditional resistance training effects on strength, balance and functional performance. *J Strength Cond Res*. 2009;23(9): 2443-50.
  
18. Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, Cowly PM. Canadian Society for Exercise Physiology position stand: the use of instability to train the core in athletic and nonathletic conditioning. *Appl Physiol Nutri Metab*. 2010;35:109-12.
  
19. Lagally km, Cordero J, Good J, Brown DD, Mccaw ST. Physiologic and metabolic responses to a continuous functional resistance exercise workout. *J Strength Cond Res*. 2009;23(2):373-79.
  
20. Krebs DE, Scarborough DM, McGibbon CA. Functional vs. strength training in disabled elderly outpatients. *Am J Phys Med Rehabil*. 2007;86:93–103.

21. Hosseini SS, Asl AA, Rostamkhany H. The Effect of strength and core stabilization training on physical fitness factors among elderly people .World Appl Sci J. 2012;16(4):479-84.
22. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2009;24(2):205-17.



## Submission Guidelines for JPAH

*JPAH* is a peer-reviewed journal. Manuscripts reporting Original Research, Public Health Practice, Technical Notes, Brief Reports, or Reviews will be reviewed by at least two reviewers with expertise in the topical field, and the review process usually takes from 6 to 8 weeks. A double-blind method is used for the review process, meaning authors and reviewers remain unknown to each other.

All types of manuscripts submitted to *JPAH* are judged on the following primary criteria: adherence to accepted scientific principles and methods, the significant or novel contribution to research or practice in the field of physical activity, clarity and conciseness of writing, and interest to the readership. There are no page charges to contributors.

Manuscripts generally should not exceed 25 pages (~5000 words including everything *except* title and abstract pages). Reviews should not exceed a total of 30 pages and Brief Reports should not exceed 15 pages. Major exceptions to these criteria must be approved through the **Editorial Office** before submission. Submissions should not include more than 10 tables/graphics, and should follow the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals (visit [www.icmje.org/index.html](http://www.icmje.org/index.html) for more detail). *JPAH* welcomes and encourages the submission of supplementary materials to be included with the article. These files are placed online and can be accessed from the *JPAH* website. Supplemental material can include relevant appendices, tables, details of the methods (e.g., survey instruments), or images. Contact the **Editorial Office** for approval of any supplemental materials.

## Standardized Publication Reporting Guides

*JPAH* highly recommends that authors refer to relevant published reporting guidelines for different types of research studies.

Examples of reporting guidelines include

1. Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) — [www.consort-statement.org/](http://www.consort-statement.org/)
2. Meta-analysis of Observational Studies in Epidemiology (MOOSE) — [www.consort-statement.org/mod\\_product/uploads/MOOSE%20Statement%202000.pdf](http://www.consort-statement.org/mod_product/uploads/MOOSE%20Statement%202000.pdf)
3. Quality of Reporting of Meta-analyses (QUOROM) — [www.consort-statement.org/mod\\_product/uploads/QUOROM%20Statement%201999.pdf](http://www.consort-statement.org/mod_product/uploads/QUOROM%20Statement%201999.pdf)
4. STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology (STROBE) — [www.strobe-statement.org/](http://www.strobe-statement.org/)
5. Improving the Quality of Web Surveys: The Checklist for Reporting Results of Internet E-Surveys (CHERRIES) — [www.jmir.org/2004/3/e34/](http://www.jmir.org/2004/3/e34/)

Manuscripts must be electronically submitted to [mc.manuscriptcentral.com/hk\\_ipah](http://mc.manuscriptcentral.com/hk_ipah) in Microsoft Word® (\*.doc) or rich text (\*.rtf) format *only*. Do *not* submit a .pdf file. Graphics should be submitted in .tif or .jpg

formats only. Before submitting, authors should complete the Manuscript Submission Checklist (see below). Authors may be asked to provide Human Kinetics with photo-ready graphics and/or hard copy of the text. Authors are responsible for confirming the accuracy of the final copy, particularly the accuracy of references, and to retain a duplicate copy to guard against loss. Final review of the pre-published text is the responsibility of the authors. Authors of manuscripts accepted for publication must transfer copyright to Human Kinetics as applicable.

**Cover letter:** Submissions must include a cover letter stating that the manuscript has not been previously published (except in abstract form), is not presently under consideration by another journal, and will not be submitted to another journal before a final editorial decision from *JPAH* is rendered. Full names, institutional affiliations, and email addresses of all authors, as well as the full mailing address, telephone number, and fax numbers of the corresponding author, must be provided. Authors must also provide a statement disclosing any relevant financial interests related to the research.

**Title page:** The manuscript must include a title page that provides the full title, a brief running head, manuscript type (see definitions below), three to five key words not used in the title of the manuscript, abstract word count, manuscript word count (inclusive of all pages except the abstract and title page), and date of manuscript submission. *Do not include author names on the title page.* The order of submission must be 1) Title page, 2) Abstract, 3) Text, 4) Acknowledgments, 5) Funding source, 6) References, 7) Tables, 8) Figures/Graphics.

### ***Manuscript types***

**Original Research:** A manuscript describing the methods and results of a research study (quantitative or qualitative), including the background and purpose of the study, a detailed description of the research design and methods, clear and comprehensive presentation of results, and discussion of the salient findings.

**Public Health Practice:** A manuscript describing the development or evaluation of a public health intervention to increase or promote physical activity in a community setting, or a study that describes translation of research to practice.

**Technical Note:** A short article that presents results related to a new or modified method or instrument related to physical activity measurement or an important experimental observation.

**Brief Reports:** A short article (15 or fewer pages), usually presenting the preliminary or novel results of an original research study or public health practice program.

**Reviews:** Manuscripts that succinctly review the scientific literature on a specific topic. Traditional narrative reviews are discouraged. However, well-conducted systematic reviews and meta-analyses are highly encouraged. The Editorial Office may recruit reviews on specific topics. All review articles must have approval from the **Editorial Office** prior to submission.

### ***Manuscript sections***

**Abstract:** All manuscripts must have a structured abstract of no more than 200 words. Required headings are 1) Background, 2) Methods, 3) Results, and 4) Conclusions.

**Text:** The entire manuscript must be double-spaced, including the abstract, references, and tables. Line numbers must appear on each page in the left margin. A brief running head is to be included on the upper right corner of each page; page numbers must appear on the bottom right corner of each page.

For studies involving human subjects, the Methods section must include a statement regarding institutional approval of the protocol and obtaining informed consent. For studies using animals, the Methods section must include a statement regarding institutional approval and compliance with governmental policies and regulations regarding animal welfare.

**References:** For reference lists, authors must follow the guidelines found in the *American Medical Association Manual of Style: A Guide for Authors and Editors* (10th ed.). Examples of reference style:

*Journal Articles:* Surname of first author, initials, then surname and initials of each coauthor; title of article (capitalize only the first word and proper nouns), name of the journal (italicized and abbreviated according to style of Index Medicus), year, volume, and inclusive page numbers.

Melby CL, Osterberg K, Resch A, Davy B, Johnson S, Davy K. Effect of carbohydrate ingestion during exercise on post-exercise substrate oxidation and energy intake. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2002;12:294–309.

*Book References:* Author(s) as above, title of book (italicized and all major words capitalized), city and state/province of publication, publisher, and year.

Pearl AJ. *The Female Athlete*. Champaign, Ill: Human Kinetics; 1993.

*Chapter in an Edited Book.* Same as book references, but add the name of the chapter author(s) and title of chapter (capitalize first word and proper nouns) before the book information and inclusive page numbers.

Perrin DH. *The evaluation process in rehabilitation*. In: Prentice WE, ed. *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine*. 2nd ed. St Louis, Mo: Mosby Year Book; 1994:253–276.

**Acknowledgments:** Provide the names, affiliations, and the nature of their contribution for all persons not included as an author, who played a critical role in the study.

**Funding source/trial registration:** Details of all funding sources for the work should be provided (including agency name, grant numbers, etc.). Provide the registry name and registration number for all clinical trials (see JPAH Policies below).

Example: “This work was supported by a grant (grant #) from the National Cancer Institute, National Institutes of Health. This study is registered at [www.clinicaltrials.gov](http://www.clinicaltrials.gov) (No. xxxxx).”

**Tables:** Each table must be accompanied by an explanatory title so that it is intelligible without specific reference to the text. Column headings and all units of measure must be labeled clearly within each table; abbreviations and acronyms must be fully explained in the table or footnotes without reference to the text.



**Figures/Graphics:** Graphics should be prepared with clean, crisp lines, and be camera-ready. For shading, stripe patterns or solids (black and white) are better choices than colors. Graphics created on standard computer programs will be accepted. Graphics should be submitted in .tif or .jpg formats only. Each figure and photo must be properly identified. A hard copy may be requested. If photos are used, they should be black and white, clear, and show good contrast.

### ***Manuscript Submission Checklist***

Before submitting a first or revised manuscript, the following criteria must be met:

- All sections are double-spaced
- Line numbers appear in left margin
- Page numbers appear in bottom right corner
- Brief running head appears in upper right corner
- Title page does not include author names or affiliations
- Abstract is formatted and contains fewer than 200 words
- Page count under limit for the manuscript type (15, 25, or 30 pages).
- Fewer than 10 tables/figures
- References are formatted per AMA guidelines.

### **Copyright Assignment Form**

#### ***Submitting Author Revisions***

When submitting a revised manuscript, the author must be certain to answer all reviewer questions, comments, and concerns by including a separate response document in addition to the revised manuscript. The response document should include each reviewer comment, the author response, and the modification made to the revised manuscript. **For an example of how to format the response document, please view this file.**

#### ***JPAH Ethics Policies***

The Committee on Publication Ethics (COPE — [www.publicationethics.org](http://www.publicationethics.org)), International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE — [www.icmje.org](http://www.icmje.org)), and the Council of Medical Editors (CME — [www.councilscienceeditors.org](http://www.councilscienceeditors.org)), are excellent sources of information regarding misconduct in scientific publication. JPAH ethics policies are modeled after guidance from these three organizations.

**Authorship Criteria:** All authors must be willing to certify that they have contributed substantially to the 1) conception, design, analysis, and/or interpretation of the data; 2) drafting of the manuscript; 3) revision of the manuscript; and 4) approval of the final version. Each author must provide any relevant information upon request to substantiate their contributions.

**Duplicate Publication:** All manuscripts must not have been published previously in any format (internet website, journal, newsletter, etc.) with the exception of abstracts presented at scientific meetings.

**Trial Registration:** JPAH complies with the 2004 International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) requirement regarding registration of all prospective clinical trial studies prior to subject enrollment ([www.icmje.org/publishing\\_10register.html](http://www.icmje.org/publishing_10register.html)). The ICMJE defines a trial as “any research study that prospectively assigns human participants or groups of humans to

one or more health-related interventions to evaluate the effects on health outcomes.” Health-related interventions include behavioral treatments (e.g., physical activity).

**Compliance with NIH Public Access Policy Requirements.** The National Institutes of Health as well as other research funding agencies require open-access of all publications funded by them. JPAH and Human Kinetics, Inc., will work with authors on a case-by-case basis to be compliant with NIH Public Access Policy.

**Violations of Journal Ethics Policies.** Falsification of data, duplicate publication, breach of confidentiality, abuse of research subjects, etc. are considered violations of the ethical conduct of research. JPAH reserves the right to investigate and impart punishment for any such violation. All allegations of potential misconduct will be investigated by the JPAH Editorial Team, Human Kinetics, Inc, and possibly external experts. Possible violations will be investigated on a case-by-case basis and final decisions will be agreed upon by the Editor’s in consultation with the JPAH Editorial Board and guided by the COPE, IJCME, CME standards.

### **Human Kinetics Editorial Ethics Policy**



## Manuscript Submission Guidelines

Manuscripts may be submitted on-line at <http://www.editorialmanager.com/JSCR> or by email following the instructions below. When submitting by email, only one copy is required of each document including a copyright form.

1. If by email, authors should submit a MicrosoftWord (.doc) file.
2. A cover letter must accompany the manuscript and state the following: "This manuscript is original and not previously published, nor is it being considered elsewhere until a decision is made as to its acceptability by the JSCR Editorial Review Board." Please include the corresponding author's full contact information, including address, email, and phone number.
3. All authors should be aware of the publication and be able to defend the paper and its findings and should have signed off on the final version that is submitted. For additional details related to authorship, see "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" at <http://www.icmje.org/>.
4. The NSCA and the Editorial Board of the JSCR have endorsed the American College of Sports Medicine's policies with regards to animal and human experimentation. Their guidelines can be found online at <http://www.editorialmanager.com/msse/>. Please read these policies carefully. Each manuscript must show that they have had Institutional Board approval for their research and appropriate consent has been obtained pursuant to law. All manuscripts must have this clearly stated in the methods section of the paper or the manuscript will not be considered for publication.
5. All manuscripts must be double-spaced with an additional space between paragraphs. The paper should include a minimum of 1-inch margins and page numbers in the upper right corner next to the running head. Authors must use terminology based upon the International System of Units (SI). A full list of SI units can be accessed online at <http://physics.nist.gov/>.
6. The JSCR endorses the same policies as the American College of Sports Medicine in that the language is English for the publication. "Authors who speak English as a second language are encouraged to seek the assistance of a colleague experienced in writing for English language journals. Authors are encouraged to use nonsexist language as defined in the American Psychologist 30:682- 684, 1975, and to be sensitive to the semantic description of persons with chronic diseases and disabilities, as outlined in an editorial in Medicine & Science in Sports & Exercise\_, 23(11), 1991. As a general rule, only standardized abbreviations and symbols should be used. If unfamiliar abbreviations are employed, they should be defined when they first appear in the text. Authors should follow Webster's Tenth Collegiate Dictionary for spelling, compounding, and division of words. Trademark names should be

capitalized and the spelling verified. Chemical or generic names should precede the trade name or abbreviation of a drug the first time it is used in the text.”

7. There is no word limitation but authors are instructed to be concise and accurate in their presentation and length will be evaluated by the Editor and reviewers for appropriateness.

## **MANUSCRIPT PREPARATION**

### **1. Title Page**

The title page should include the manuscript title, brief running head, laboratory(s) where the research was conducted, authors' full name(s) spelled out with middle initials, department(s), institution(s), full mailing address of corresponding author including telephone and fax numbers, and email address, and disclosure of funding received for this work from any of the following organizations: National Institutes of Health (NIH); Wellcome Trust; Howard Hughes Medical Institute (HHMI); and other(s).

### **2. Blind Title Page**

A second title page should be included that contains only the manuscript title. This will be used to send to the reviewers in our double blind process of review. Do not place identifying information in the Acknowledgement portion of the paper or anywhere else in the manuscript.

### **3. Abstract and Key Words**

On a separate sheet of paper, the manuscript must have an abstract with a limit of 250 words followed by 3 – 6 key words not used in the title. The abstract should have sentences (no headings) related to the purpose of the study, brief methods, results, conclusions and practical applications.

### **4. Text**

The text must contain the following sections with titles in ALL CAPS in this exact order:

A. Introduction. This section is a careful development of the hypotheses of the study leading to the purpose of the investigation. In most cases use no subheadings in this section and try to limit it to 4 – 6 concisely written paragraphs.

B. Methods. Within the METHODS section, the following subheadings are required in the following order: “Experimental Approach to the Problem,” where the author(s) show how their study design will be able to test the hypotheses developed in the introduction and give some basic rationales for the choices made for the independent and dependent variables used in the study; “Subjects,” where the authors include the Institutional Review Board or Ethics Committee approval of their project and

appropriate informed consent has been gained. All subject characteristics that are not dependent variables of the study should be included in this section and not in the RESULTS; “Procedures,” in this section the methods used are presented with the concept of “replication of the study” kept in mind. “Statistical Analyses,” here is where you clearly state your statistical approach to the analysis of the data set(s). It is important that you include your alpha level for significance (e.g.,  $P \# 0.05$ ). Please place your statistical power in the manuscript for the  $n$  size used and reliability of the dependent measures with intra-class correlations (ICC Rs). Additional subheadings can be used but should be limited.

C. Results. Present the results of your study in this section. Put the most important findings in Figure or Table format and less important findings in the text. Do not include data that is not part of the experimental design or that has been published before.

D. Discussion. Discuss the meaning of the results of your study in this section. Relate them to the literature that currently exists and make sure you bring the paper to completion with each of your hypotheses. Limit obvious statements like, “more research is needed.”

E. Practical Applications. In this section, tell the “coach” or practitioner how your data can be applied and used. It is the distinctive characteristic of the JSCR and supports the mission of “Bridging the Gap” for the NSCA between the laboratory and the field practitioner.

## 5. References

All references must be alphabetized by surname of first author and numbered. References are cited in the text by numbers [e.g., (4,9)]. All references listed must be cited in the manuscript and referred to by number therein. For original investigations, please limit the number of references to fewer than 45 or explain why more are necessary. The Editorial Office reserves the right to ask authors to reduce the number of references in the manuscript. Please check references carefully for accuracy. Changes to references at the proof stage, especially changes affecting the numerical order in which they appear, will result in author revision fees. End Note Users: The Journal of Strength & Conditioning Research reference style, [ftp://support.isiresearchsoft.com/pub/pc/styles/endnote4/J Strength Condition Res.ens](ftp://support.isiresearchsoft.com/pub/pc/styles/endnote4/J%20Strength%20Condition%20Res.ens), may be downloaded for use in the End Note application: <ftp://support.isiresearchsoft.com/pub/pc/styles/endnote4/J%20Strength%20Condition%20Res.ens>.

Below are several examples of references:

### Journal Article

Hartung, GH, Blancq, RJ, Lally, DA, and Krock, LP. Estimation of aerobic capacity from submaximal cycle ergometry in women. *Med Sci Sports Exerc* 27: 452–457, 1995.

### Book

Lohman, TG. *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1992.

#### Chapter in an edited book

Yahara, ML. The shoulder. In: Clinical Orthopedic Physical Therapy. J.K. Richardson and Z.A. Iglarsh, eds. Philadelphia: Saunders, 1994. pp. 159–199.

#### Software

Howard, A. Moments  $\frac{1}{2}$ software\_. University of Queensland, 1992.

#### Proceedings

Viru, A, Viru, M, Harris, R, Oopik, V, Nurmekivi, A, Medijainen, L, and Timpmann, S. Performance capacity in middle-distance runners after enrichment of diet by creatine and creatine action on protein synthesis rate. In: Proceedings of the 2nd Maccabiah-Wingate International Congress of Sport and Coaching Sciences. G. Tenenbaum and T. Raz-Liebermann, eds. Netanya, Israel, Wingate Institute, 1993. pp. 22–30.

#### Dissertation/Thesis

Bartholmew, SA. Plyometric and vertical jump training. Master's thesis, University of North Carolina, Chapel Hill, 1985.

## 6. Acknowledgments

In this section you can place the information related to Identification of funding sources; Current contact information of corresponding author; and gratitude to other people involved with the conduct of the experiment. In this part of the paper the conflict of interest information must be included. In particular, authors should: 1) Disclose professional relationships with companies or manufacturers who will benefit from the results of the present study, 2) Cite the specific grant support for the study and 3) State that the results of the present study do not constitute endorsement of the product by the authors or the NSCA. Failure to disclose such information could result in the rejection of the submitted manuscript.

## 7. Figures

Figure legends should appear on a separate page, with each figure appearing on its own separate page. One set of figures should accompany each manuscript. Use only clearly delineated symbols and bars. Please do not mask the facial features of subjects in figures. Permission of the subject to use his/her likeness in the Journal should be included in each submission.

Electronic photographs copied and pasted into Word and PowerPoint will not be accepted. Images should be scanned at a minimum of 300 pixels per inch (ppi). Line art should be scanned at 1200 ppi. Please indicate the file format of the graphics. We accept TIFF or EPS format for both Macintosh and PC platforms. We also accept image files in the following Native Application File Formats:

- \_ Adobe Photoshop (.psd)
- \_ Illustrator (.ai)
- \_ PowerPoint (.ppt)
- \_ QuarkXPress (.qxd)

If you will be using a digital camera to capture images for print production, you must use the highest resolution setting option with the least amount of compression. Digital camera manufacturers use many different terms and file formats when capturing high-resolution images, so please refer to your camera's manual for more information.

**Placement:** Make sure that you have cited each figure and table in the text of the manuscript. Also show where it is to be placed by noting this between paragraphs, such as Figure 1 about here or Table 1 about here.

**Color figures:** The journal accepts color figures for publication that will enhance an article. Authors who submit color figures will receive an estimate of the cost for color reproduction in print. If they decide not to pay for color reproduction in print, they can request that the figures be converted to black and white at no charge. All color figures can appear in color in the online version of the journal at no charge (Note: this includes the online version on the journal website and Ovid, but not the iPad edition currently)

## 8. Tables

Tables must be double-spaced on separate sheets and include a brief title. Provide generous spacing within tables and use as few line rules as possible. When tables are necessary, the information should not duplicate data in the text. All figures and tables must include standard deviations or standard errors.

## 9. Supplemental Digital Content (SDC)

Authors may submit SDC via Editorial Manager to LWW journals that enhance their article's text to be considered for online posting. SDC may include standard media such as text documents, graphs, audio, video, etc. On the Attach Files page of the submission process, please select Supplemental Audio, Video, or Data for your uploaded file as the Submission Item. If an article with SDC is accepted, our production staff will create a URL with the SDC file. The URL will be placed in the call-out within the article. SDC files are not copy-edited by LWW staff, they will be presented digitally as submitted. For a list of all available file types and detailed instructions, please visit <http://links.lww.com/A142>.

### SDC Call-outs

Supplemental Digital Content must be cited consecutively in the text of the submitted manuscript. Citations should include the type of material submitted (Audio, Figure, Table, etc.), be clearly labeled as "Supplemental Digital Content," include the sequential list number, and provide a description of the supplemental content. All descriptive text should be included in the call-out as it will not appear elsewhere in the article.

Example:

We performed many tests on the degrees of flexibility in the elbow (see Video, Supplemental Digital Content 1, which demonstrates elbow flexibility) and found our results inconclusive.

## List of Supplemental Digital Content

A listing of Supplemental Digital Content must be submitted at the end of the manuscript file. Include the SDC number and file type of the Supplemental Digital Content. This text will be removed by our production staff and not be published.

Example:

Supplemental Digital Content 1. wmv

## SDC File Requirements

All acceptable file types are permissible up to 10 MBs. For audio or video files greater than 10 MBs, authors should first query the journal office for approval. For a list of all available file types and detailed instructions, please visit <http://links.lww.com/A142>.

## AUTHOR FEES

JSCR does not charge authors a manuscript submission fee or page charges. However, once a manuscript is accepted for publication and sent in for typesetting, it is expected to be in its final form.

## OPEN ACCESS

LWW's hybrid open access option is offered to authors whose articles have been accepted for publication. With this choice, articles are made freely available online immediately upon publication. Authors may take advantage of the open access option at the point of acceptance to ensure that this choice has no influence on the peer review and acceptance process. These articles are subject to the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

Authors of accepted peer-reviewed articles have the choice to pay a fee to allow perpetual unrestricted online access to their published article to readers globally, immediately upon publication. The article processing charge for *The Journal of Strength & Conditioning Research* is \$3,000. The article processing charge for authors funded by the Research Councils UK (RCUK) is \$3,800. The publication fee is charged on acceptance of the article and should be paid within 30 days by credit card by the author, funding agency or institution. Payment must be received in full for the article to be published open access. Any additional standard publication charges, such as for color images, will also apply.

- ***Authors retain copyright***

Authors retain their copyright for all articles they opt to publish open access. Authors grant LWW a license to publish the article and identify itself as the original publisher.



- ***Creative Commons license***

Articles opting for open access will be freely available to read, download and share from the time of publication. Articles are published under the terms of the Creative Commons License Attribution-NonCommercial No Derivative 3.0 which allows readers to disseminate and reuse the article, as well as share and reuse of the scientific material. It does not permit commercial exploitation or the creation of derivative works without specific permission. To view a copy of this license visit: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0>.

- ***Compliance with NIH, RCUK, Wellcome Trust and other research funding agency accessibility requirements***

A number of research funding agencies now require or request authors to submit the post-print (the article after peer review and acceptance but not the final published article) to a repository that is accessible online by all without charge. As a service to our authors, LWW identifies to the National Library of Medicine (NLM) articles that require deposit and transmits the post-print of an article based on research funded in whole or in part by the National Institutes of Health, Howard Hughes Medical Institute, or other funding agencies to PubMed Central. The revised Copyright Transfer Agreement provides the mechanism. LWW ensures that authors can fully comply with the public access requirements of major funding bodies worldwide. Additionally, all authors who choose the open access option will have their final published article deposited into PubMed Central.

RCUK and Wellcome funded authors can choose to publish their paper as open access with the payment of an article process charge (gold route), or opt for their accepted manuscript to be deposited (green route) into PMC with an embargo.

With both the gold and green open access options, the author will continue to sign the Copyright Transfer Agreement (CTA) as it provides the mechanism for LWW to ensure that the author is fully compliant with the requirements. After signature of the CTA, the author will then sign a License to Publish where they will then own the copyright. Those authors who wish to publish their article via the gold route will be able to publish under the terms of the Attribution 3.0 (CCBY) License. To view of a copy of this license visit: <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>. Those authors who wish to publish their article via the green route will be able to publish under the rights of the Attribution Non-commercial 3.0 (CCBY NC) license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>).

It is the responsibility of the author to inform the Editorial Office and/or LWW that they have RCUK funding. LWW will not be held responsible for retroactive deposits to PMC if the author has not completed the proper forms.

***FAQ for open access***

<http://links.lww.com/LWW-ES/A48>

## TERMINOLOGY AND UNITS OF MEASUREMENT

Per the JSCR Editorial Board and to promote consistency and clarity of communication among all scientific journals authors should use standard terms generally acceptable to the field of exercise science and sports science. Along with the American College of Sports Medicine's Medicine and Science in Sport and Exercise, the JSCR Editorial Board endorses the use of the following terms and units.

The units of measurement shall be Systeme International d'Unite's (SI). Permitted exceptions to SI are heart rate—beats per min; blood pressure—mm Hg; gas pressure—mm Hg. Authors should refer to the British Medical Journal (1:1334 – 1336, 1978) and the Annals of Internal Medicine (106: 114 – 129, 1987) for the proper method to express other units or abbreviations. When expressing units, please locate the multiplication symbol midway between lines to avoid confusion with periods; e.g., mL\_min-1\_kg-1.

The basic and derived units most commonly used in reporting research in this Journal include the following: mass—gram (g) or kilogram (kg); force—newton (N); distance—meter (m), kilometer (km); temperature—degree Celsius (°C); energy, heat, work—joule (J) or kilojoule (kJ); power—watt (W); torque—newton-meter (N\_m); frequency—hertz (Hz); pressure—pascal (Pa); time—second (s), minute (min), hour (h); volume—liter (L), milliliter (mL); and amount of a particular substance—mole (mol), millimole (mmol).

Selected conversion factors:

- \_ 1 N = 0.102 kg (force);
- \_ 1 J = 1 N\_m = 0.000239 kcal = 0.102 kg\_m;
- \_ 1 kJ = 1000 N\_m = 0.239 kcal = 102 kg\_m;
- \_ 1 W = 1 J\_s-1 = 6.118 kg\_m\_min-1.

When using nomenclature for muscle fiber types please use the following terms. Muscle fiber types can be identified using histochemical or gel electrophoresis methods of classification. Histochemical staining of the ATPases is used to separate fibers into type I (slow twitch), type IIa (fast twitch) and type IIb (fast twitch) forms. The work of Smerdu et. al (AJP 267:C1723, 1994) indicates that type IIb fibers contain type IIx myosin heavy chain (gel electrophoresis fiber typing). For the sake of continuity and to decrease confusion on this point it is recommended that authors use IIx to designate what use to be called IIb fibers. Smerdu, V, Karsch-Mizrachi, I, Campione, M, Leinwand, L, and Schiaffino, S. Type IIx myosin heavy chain transcripts are expressed in type IIb fibers of human skeletal muscle. Am J Physiol 267 (6 Pt 1): C1723–1728, 1994.

### Permissions:

For permission and/or rights to use content for which the copyright holder is LWW or the society, please go to the journal's website and after clicking on the relevant article, click on the "Request Permissions" link under the "Article Tools" box that appears on the right side of the page. Alternatively, send an e-mail to [tocustomer@copyright.com](mailto:tocustomer@copyright.com).

For Translation Rights & Licensing queries, contact Silvia Serra, Translations Rights, Licensing & Permissions Manager, Wolters Kluwer Health (Medical Research) Ltd,

250 Waterloo Road, London SE1 8RD, UK. Phone: +44 (0) 207 981 0600. E-mail: [silvia.serra@wolterskluwer.com](mailto:silvia.serra@wolterskluwer.com).

For Special Projects and Reprints (U.S./Canada), contact Alan Moore, Director of Sales, Lippincott Williams & Wilkins, Two Commerce Square, 2001 Market Street, Philadelphia, PA 19103. Phone: 215-521-8638. E-mail: [alan.moore@wolterskluwer.com](mailto:alan.moore@wolterskluwer.com).

For Special Projects and Reprints (non-U.S./Canada), contact Silvia Serra, Translations Rights, Licensing & Permissions Manager, Wolters Kluwer Health (Medical Research) Ltd, 250 Waterloo Road, London SE1 8RD, UK. Phone: +44 (0) 207 981 0600. E-mail: [silvia.serra@wolterskluwer.com](mailto:silvia.serra@wolterskluwer.com).