

# Efeitos crônico da prática do exercício físico na variabilidade da frequência cardíaca em idosas com diabetes mellitus tipo 2

## Chronic effects of physical exercise on heart rate variability in elderly with type 2 diabetes mellitus

CARDOSO TS, PUREZA DY, PENA FPS, MATERKO W. Efeitos crônico da prática do exercício físico na variabilidade da frequência cardíaca em idosas com diabetes mellitus tipo 2. *R. bras. Ci. e Mov* 2020;28(2):100-106.

**RESUMO:** O diabetes mellitus tipo 2 (DM2) é uma doença crônico-degenerativa não transmissível, caracterizada pela hiperglicemia que acomete cada vez mais a população idosa, principalmente, devido ao estilo de vida. Os sintomas da doença envolvem algumas complicações fisiológicas, dentre elas existe a possibilidade de desenvolvimento da neuropatia autonômica cardiovascular, que comumente acomete o diabético com a diminuição da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Levando assim, a uma insuficiência cardíaca que pode comprometer de forma severa a vida do diabético. Sendo assim, o objetivo foi analisar o efeito crônico da prática do exercício físico em idosas com DM2 baseado nos parâmetros da VFC. Para que a pesquisa fosse realizada um grupo de 30 idosas foi selecionado aleatoriamente, sendo divididos em três grupos de 10 voluntárias: grupo diabético ativo (GDA), grupo diabético sedentário (GDS) e grupo controle (GC), para ambos os grupos foram coletados as seguintes variáveis: idade, estatura, massa corporal, IMC, gordura corporal relativa e VFC. Os resultados demonstraram que idosas GDA ( $870,6 \pm 55,3$  ms) tiveram uma menor média do intervalo RR e pode demonstrar que com a prática regular de atividade física é possível retardar e/ou evitar quando comparado ao GC ( $788,4 \pm 27,7$  ms) as possíveis complicações cardíacas que acometem ao GDS ( $874,3 \pm 45,7$  ms). Diante do exposto acredita-se que o exercício físico foi determinante para o resultado encontrado na VFC, principalmente, a média do intervalo RR no que tange estratificar idosas que possuem diabetes tipo 2.

**Palavras-chave:** Diabetes; Variabilidade da frequência cardíaca; Idoso; Exercício Físico.

**ABSTRACT:** Type 2 diabetes mellitus (DM2) is a non-transmissible chronic degenerative disease characterized by hyperglycemia that increasingly affects the elderly population, mainly due to lifestyle. The symptoms of the disease involve some physiological complications, such as, the possibility of developing autonomic cardiovascular neuropathy, which commonly affects the diabetic with the reduction of heart rate variability (HRV). This leads to heart failure that can severely compromise the life of the diabetic. Therefore, the aim of this study is to analyze the chronic effect of physical exercise practice on elderly DM2 based on the parameters of heart rate variability (HRV). In order to carry out the research, a group of 30 elderly women was randomly selected and divided into three groups of 10 volunteers: active diabetic group (GDA), sedentary diabetic group (GDS) and control group (CG). For both groups were collected the following variables: age, height, body mass, BMI, relative body fat and HRV. Although the literature showed that elderly GDA ( $870.6 \pm 55.3$  ms) had a lower mean RR interval showing that with regular practice of physical activity it is possible to delay and/or avoid when compared to GC ( $788.4 \pm 27.7$  ms) the possible cardiac complications that affect GDS ( $874.3 \pm 45.7$  ms). In conclusion, the physical exercise was determinant for the HRV result, especially, the mean RR interval in the stratification of elderly women with type 2 diabetes.

**Key words:** Diabetes; Heart rate variability; Elderly; Exercise.

Thiago S. Cardoso<sup>1</sup>  
Demilo Y. Pureza<sup>1</sup>  
Francineide P.S. Pena<sup>1</sup>  
Wollner Materko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Amapá

Recebido: 12/06/2019  
Aceito: 12/05/2020

## **Introdução**

Diabetes Mellitus (DM) é uma desordem metabólica decorrente do defeito na secreção, na ação biológica da insulina, ou em ambas, sendo caracterizada pela hiperglicemia<sup>1</sup>. De acordo com os critérios da American Diabetes Association<sup>2</sup>, o DM é classificado de acordo com seu processo patogênico, em: DM tipo 1, DM tipo 2 (DM2), diabetes gestacional e tipos específicos de diabetes decorrentes de outras causas.

O DM2 é uma doença crônico-degenerativa ocasionada pela falta de receptor da insulina pelas células betas das ilhotas pancreáticas de Langerhans ou por alguma outra disfunção metabólica que interfere na produção ou ação da insulina no organismo, com isso, leva ao acúmulo dos corpos cetônicos, que são substâncias ácidas, desfavorecendo as reações químicas celulares<sup>3</sup>, consequentemente, maior solitação do sistema cardíaco<sup>4,5</sup>.

A incidência de DM2 vem aumentando em proporções epidêmicas no mundo todo, especialmente entre os indivíduos mais velhos, menos ativos e/ou mais obesos<sup>6</sup>. O Brasil ocupa a quarta posição dentre os países com o maior número de diabéticos, cerca de 30 milhões em 2017 levando a uma mortalidade prematura<sup>8</sup>, bem como é comum para o diabético apresentar um quadro de comorbidade relacionada à doença cardiovascular, cegueira, doença renal, amputação e, principalmente, a neuropatologia autonômica cardiovascular<sup>9-11</sup>.

Análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) descreve as oscilações entre os consecutivos batimentos cardíacos (intervalos R-R) como uma medida simples e não-invasiva dos impulsos autonômicos<sup>12</sup>, representando um dos mais promissores marcadores quantitativos do balanço simpático-vagal do sistema nervoso autonômico<sup>13</sup>. Em se tratando de indivíduos diabéticos, a análise dos componentes da VFC demonstra uma redução da atividade do sistema nervoso parassimpático e atividade do sistema nervoso simpático preservado ou prejuízo em ambas as atividades, o que sugere redução no controle da frequência cardíaca diante de diferentes situações<sup>14-16</sup>.

O exercício físico, por sua vez, é caracterizado como toda atividade física estruturada, planejada e repetitiva que tem por objetivo a melhoria da saúde e a manutenção de um ou mais componentes da aptidão física, sendo uma subcategoria da atividade física<sup>17</sup>. Quanto à realização crônica de exercícios físicos como terapia não farmacológica no controle do DM, a *American Diabetes Association*<sup>18</sup>, recomenda a prática regular de exercícios aeróbicos, de intensidade moderada, por pelo menos 150 minutos por semana, assim também, como uma redução no tempo gasto em atividades sedentárias. Os efeitos benéficos relacionados ao treinamento físico de curta duração também são observados, principalmente, com aumento na sensibilidade insulínica<sup>19</sup>.

A redução da VFC encontrada em pacientes diabéticos pode ser atenuada em estágios iniciais por meio da prática regular de exercícios físicos<sup>20-22</sup>, principalmente, em programa de treinamento aeróbico com longa duração<sup>23</sup> e moderada intensidade<sup>24</sup> ou quando combinados o exercício aeróbico e contra-resistido<sup>25</sup>, refletindo-se como benefício numa bradicardia<sup>26</sup>. Então, hipoteticamente o diabético quando mantém uma prática regular do exercício físico obtém uma melhora no sistema cardiovascular, tomando-se mais eficiente com o aumento do tônus vagal, diminuição do tônus simpático do coração e diminuição da frequência cardíaca intrínseca do coração<sup>27</sup>. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito crônico da prática do exercício físico em idosas DM2 baseado nos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca.

## **Materiais e Métodos**

### *Casística*

Estudo delineado como corte transversal na participação de trinta idosas voluntárias, divididas em três grupos. Dois grupos de diabética com diagnóstico de diabetes Mellitus tipo 2, sendo um grupo praticantes de exercício físico (GDA, n = 10) e um grupo de sedentárias (GDS, n = 10), selecionados aleatoriamente na Sede dos Magistrados pelo Projeto do Programa de Promoção da Saúde de Pessoas com Diabetes Mellitus. Para o grupo controle (GC, n = 10) as idosas foram selecionadas aleatoriamente na Universidade da Maturidade do Amapá (UMAP/UNIFAP).

As voluntárias fizeram uma avaliação antropométrica para a análise descritiva da amostra e os procedimentos experimentais foram avaliados pela análise da variabilidade da frequência cardíaca em repouso, no qual só tiveram início somente após o consentimento verbal e a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (CAAE 89612818.2.0000.0003, nº do parecer: 2925819) e de acordo com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Foram considerados como critérios de elegibilidade que as voluntárias sejam idosas, não utilizaram qualquer recurso ergogênico e não apresentaram lesões osteomioarticulares prévias, além disso, as voluntárias saudáveis foram classificadas como baixo risco, por apresentarem no máximo um fator de risco para doença arterial coronariana e não apresentarem qualquer sinal ou sintoma sugestivo de doença cardiopulmonar ou metabólica segundo os critérios do *American College of Sports Medicine* e *American Heart Association*<sup>28</sup>.

### *Protocolo dos Exercícios*

Os exercícios foram realizado no ginásio do Departamento de Educação Física, na Universidade Federal do Amapá

(UNIFAP) no Campus Marco Zero do Equador para o grupo controle e na Sede dos Magistrados pelo Projeto de Atenção Saúde do Diabético para o grupo de diabética ativa. Os exercícios físicos como os alongamentos, ritmos e ginástica foram prescritos por um professor de Educação Física durante 24 meses com a prática regular de duas vezes por semana, cerca de 60 minutos por dia e com a intensidade de leve a moderada baseada na escala de percepção de esforço<sup>29</sup>.

#### *Procedimentos Pré-teste*

Todas as voluntárias foram previamente instruídas a não realizarem exercícios extenuantes nas 48 h precedentes ao teste, não consumirem bebida alcoólica ou composto cafeinado, não comerem nas 2 h antecedentes ao teste e se manterem bem hidratados ao longo dos testes. Antes do início dos testes, cada voluntária respondeu a uma anamnese, constando de fatores de risco, contra-indicações médicas para o teste, existência de doenças clinicamente significativas e sintomas agravados com o esforço.

#### *Medidas antropométricas e gordura corporal relativa*

Foi realizada a medida da massa corporal através de uma balança com modelo HBF514C (Omron, Brasil) com capacidade máxima de 150 Kg e variação de 0,1 Kg para massa corporal e a estatura num estadiômetro portátil (Sanny, Brasil) com uma variação de 0,2 cm. Foi calculado o índice de massa corporal (IMC) pela razão entre a massa corporal em quilogramas e a estatura do indivíduo em metros<sup>30</sup>. A gordura corporal relativa foi estimada por análise de bioimpedância modelo HBF514C (Omron, Brasil) com uma frequência única de 50 KHz gerando uma corrente alternada constante entre 500 mA, para as recomendações para o uso da bioimpedância foram seguidos as recomendações de Lukaski et al<sup>31</sup>.

#### *Aquisição do sinal do intervalo RR*

Todas as voluntárias foram instruídas a ficar quietas em posição supina por 5 min em repouso com respiração espontânea. Um monitor de frequência cardíaca Polar V800 (Polar, Finlândia) com o posicionamento do transmissor elétrico na região do processo xifóide do esterno, trabalhando em uma frequência de amostragem de 1000 Hz foi utilizado para gravar intervalos R-R, durante este período. Os tacogramas de intervalos RR foram transferidos usando um dispositivo de interface de bluetooth para o Polar FlowSync *software* (Polar, Finlândia).

#### *Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)*

A análise da VFC foi aferida no domínio do tempo pelo software *Kubios HRV Standard*, para obter os parâmetros clássicos no domínio do tempo: média de todos os intervalos R-R normais (MRR) e proporção de intervalos RR com diferenças sucessivas de mais de 50 Mv (pNN50), como recomendado pela Força Tarefa da Sociedade Europeia de Cardiologia e da Sociedade Norte-americana de Eletrofisiologia<sup>32</sup>.

#### *Análise estatística*

Para determinar a normalidade da distribuição, utilizou-se o teste *Kolmogorov-Smirnov*, verificando-se que a amostra seguiu uma distribuição gaussiana. A análise descritiva buscou a definição do perfil dos grupos, sendo expressa como média e desvio padrão. Ao comparar as características físicas, antropométricas e os parâmetros de VFC entre as voluntárias dos grupos da diabética fisicamente ativa, diabética sedentária e grupo controle foi realizado pelo teste Anova *one way*, e o *post hoc* Bonferroni para comparações múltiplas, quando encontrada diferença significativa. Os resultados são expressos como média  $\pm$  desvio padrão, e foram admitidos como significativos para  $\alpha = 0,05$ . Todos os procedimentos estatísticos foram realizados em *software* SPSS versão 22 (SPSS, USA).

### **Resultados**

A Tabela 1 apresenta as características físicas e antropométricas dos grupos das voluntárias. A baixa dispersão dos dados devido aos baixos valores de desvio padrão aponta para um grupo bastante homogêneo, confirmando a normalidade da distribuição para cada variável ( $p > 0,10$ ). A amostra tenha sido composta por idosas de faixa etária ( $p = 0,93$ ), estatura ( $p = 0,66$ ), massa corporal ( $p = 0,91$ ), IMC ( $p = 0,94$ ) e percentual de gordura ( $p = 0,63$ ), semelhantes entre os ambos os grupos, no qual possibilitou comparar os parâmetros da VFC.

A Figura 1 ilustra o efeito da MRR da VFC em relação aos grupos, evidenciando-se um comportamento diferente, pois as voluntárias do GDS ( $788,4 \pm 27,7$  ms) apresentaram uma diminuição quando comparado ao GDA ( $870,6 \pm 55,3$  ms) e GC ( $874,3 \pm 45,7$  ms), após o ajuste de Bonferroni ( $p = 0,01$ ).

Entretanto, o índice pNN50 exibe resultados similares e não apresenta diferença significativa ( $p = 0,77$ ) quando comparado ao GDS ( $2,3 \pm 3,0$  %), GDA ( $3,5 \pm 6,1$  %) e GC ( $4,0 \pm 6,8$  %) para a análise da modulação autonômica cardíaca de repouso das voluntárias.

Tabela 1. Características antropométricas e físicas das voluntárias

Variáveis	GDA	GDS	GC
-----------	-----	-----	----

	(n=10)	(n=10)	(n=10)
Idade (anos)	65,9 ± 6,1	66,1 ± 6,2	66,8 ± 4,9
Estatura (cm)	153,1 ± 7,4	150,9 ± 5,5	151,1 ± 4,8
Massa corporal (kg)	63,7 ± 9,2	64,5 ± 12,7	62,5 ± 9,6
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,8 ± 4,2	27,7 ± 4,6	27,2 ± 3,3
Gordura corporal reativa (%)	40,9 ± 6,0	41,6 ± 7,2	38,8 ± 7,3

Valores são expressos em média e DP é o desvio padrão e

IC95% é o intervalo de confiança de 95% em torno da média

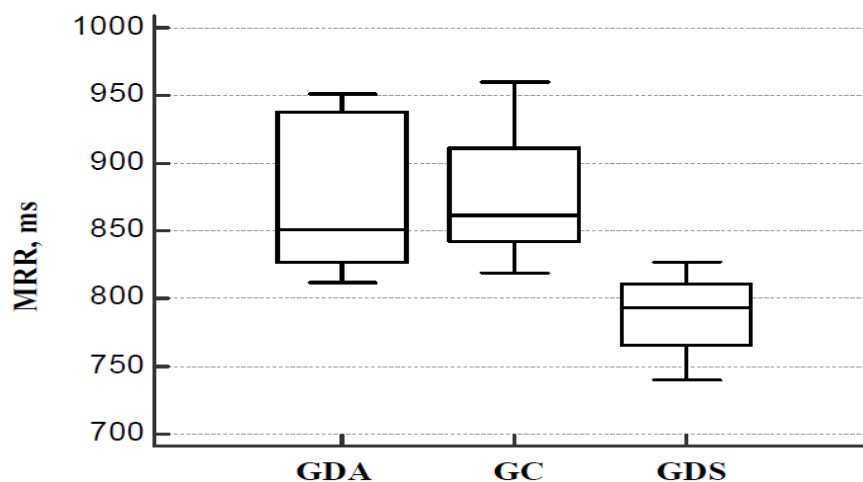


Figura 1. Análise do parâmetro MRR da variabilidade da frequência cardíaca nos grupos de diabetes sedentária (GDS), diabetes ativa (GDA) e controle (GC).

## Discussão

A proposta do presente estudo foi analisar o efeito crônico da prática do exercício físico em idosas diabéticas tipo 2 baseado nos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca, acredita-se que apesar da literatura deixar claro que pessoas idosas e que possuem diabetes, tendem a ter uma menor variabilidade da frequência cardíaca<sup>10,11,13</sup>, os resultados apresentados aqui, demonstrou que com a prática regular de exercício físico foi possível aumentar a eficiência cardíaca pelo aumento na variabilidade da frequência cardíaca em diabéticas quando comparado com a idosas diabéticas sedentárias.

A VFC foi estimada após a coleta dos sinais do intervalo RR, no qual foi utilizado um frequencímetro Polar devido à simplicidade e a alta confiabilidade entre os resultados dos intervalos RR para cálculo dos parâmetros da VFC quando comparado ao padrão-ouro, o eletrocardiograma<sup>33</sup>. Nesse sentido, estudos têm associado a VFC e a capacidade aeróbica dos voluntários, mostrando que os voluntários de alta aptidão aeróbica tendem a apresentar aumento nos parâmetros do domínio de tempo da VFC relacionados com a atividade parassimpática, tais como, o pNN50 e o MRR sendo diretamente relacionado à aptidão aeróbica<sup>34,35,36</sup>.

Quanto à análise da VFC de indivíduos diabéticos, estudos anteriores têm demonstrado um reduzido controle da frequência cardíaca pelo sistema nervoso autonômico, tanto por uma menor atividade vagal cardíaca, quanto por uma atividade simpática inalterada ou elevada<sup>14,15,16</sup>. Quanto aos resultados da análise da VFC de repouso das voluntárias avaliadas no presente estudo, observamos que o grupo diabetes ativa apresentou resultados semelhantes (MMR e PNN50) comparados ao grupo controle, porém uma diferença significativa (MMR) de ambos os grupos quando comparado ao grupo diabetes sedentária, concordando com os achados da literatura que indicam quanto maior nível de aptidão física é eficaz em proporcionar melhorias no controle autonômico cardíaco<sup>21-23</sup>.

O exercício físico com predomínio do metabolismo aeróbio praticados regularmente resulta em aumento no condicionamento cardiovascular<sup>34,35</sup>, promovendo uma hipertrofia no miocárdio resultando na eficiência cardíaca<sup>37</sup>, hipotensão arterial<sup>38</sup> e aumentando a variabilidade da frequência cardíaca<sup>39,40</sup>. Já os exercícios contra-resistivo contribuem para melhora na ação da insulina determinando a translocação de GLUT-4 para membranas celulares no músculo<sup>41</sup> e trazendo benefícios sobre o perfil cardiometabólico como papel protetor na progressão ao diabetes tipo 2

em indivíduos de alto risco<sup>42</sup>. Acredita-se que a prática do exercício físico tenha sido um fator determinante para o resultado encontrado, pois, não houve diferença significativa entre o grupo controle e o grupo de diabetes ativa, entretanto, demonstrando diferença significativa entre esses grupos quando comparado ao grupo de diabetes sedentária para MRR na análise da VFC.

Vale ressaltar, que o resultado do presente estudo limitou-se analisar o efeito da prática do exercício físico em idosos com diabetes tipo 2 baseado nos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo. Sendo assim, recomendam-se outras pesquisas relacionadas a analisar os efeitos da prática do exercício físico em idosos diabéticos e os parâmetros derivados da VFC de repouso, principalmente, em voluntários de diferentes faixas etárias, de ambos os sexos, analisar o efeito antes e após a prática de um programa de exercício físico e levando em consideração para análise os parâmetros da VFC do domínio da frequência com o controle da frequência respiratória<sup>43</sup>, analisar o tempo de diagnóstico da doença, os medicamentos utilizados e a presença ou não de comorbidades.

### Conclusão

Os resultados obtidos no presente estudo evidenciaram que a variabilidade da frequência cardíaca, especificamente, o MRR pode ser afetada diretamente com a prática regular de exercício físico, no que tange aos cuidados para com as pessoas que possuem diabetes tipo 2, evidenciando que a prática regular de exercício físico pode auxiliar na promoção da saúde e no tratamento da diabetes, proporcionando uma melhoria da saúde pública.

### Agradecimentos

Aos idosos do Projeto do Programa de Promoção da Saúde de Pessoas com Diabetes Mellitus e da Universidade da Maturidade do Amapá pela participação no estudo e ao *Ministério da Educação* (MEC) pelo apoio financeiro.

### Referências

1. [Abbasi AA](#). Diabetes: diagnostic and therapeutic significance of taste impairment. *Geriatrics*. 1981; 36(12): 73-78.
2. American Diabetes Association. Classification and diagnosis of diabetes. *Diabetes Care*. 2017; 40(Supplement 1): S11-S24.
3. Ashcroft FM, Rorsman P. Diabetes mellitus and the  $\beta$  cell: the last ten years. *Cell*. 2012; 148(6): 1160-1171.
4. Karayannis G, Giamouzis G, Cokkinos DV, Skoularigis J, Triposkiadis F. Diabetic cardiovascular autonomic neuropathy: clinical implications. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2012; 10(6): 747-765.
5. Soeiro ADM, Mansur ADP, Schaan BD, Caramelli B, Rochitte CE, Serrano Jr CV, et al. I Diretriz sobre aspectos específicos de diabetes (tipo 2) relacionados à cardiologia. *Arq Bras Cardiol*. 2014; 102(5): 1-41.
6. Cortez DN, Reis IA, Souza DAS, Macedo MML, Torres HDC. Complications and the time of diagnosis of diabetes mellitus in primary care. *Acta Paulista de Enfermagem*. 2015; 28(3): 250-255.
7. Bertoldi AD, Kanavos P, França GV, Carraro A, Tejada CA O, Hallal PC. Epidemiology, management, complications and costs associated with type 2 diabetes in Brazil: a comprehensive literature review. *Globalization and Health*. 2013; 9(1): 62.
8. Costa AF, Flor LS, Campos MR, Oliveira AFD, Costa MDFDS, Silva RSD. Carga do diabetes mellitus tipo 2 no Brasil. *Cad Saude Publica*. 2017; 33: e00197915.
9. Pop-Busui R, Boulton AJ, Feldman EL, Bril V, Freeman R, Malik RA. Diabetic neuropathy: a position statement by the American Diabetes Association. *Diabetes care*. 2017; 40(1): 136-154.
10. Michel-Chávez A, Estañol B, Gien-López JA, Robles-Cabrera A, Huitrado-Duarte ME, Moreno-Morales R, Becerra-Luna B. Heart rate and systolic blood pressure variability on recently diagnosed diabetics. *Arq Bras Cardiol*. 2015; 105(3), 276-284.
11. Tiftkcioglu BI, Bilgin S, Duksal T, Kose S, Zorlu Y. Autonomic neuropathy and endothelial dysfunction in patients with impaired glucose tolerance or type 2 diabetes mellitus. *Medicine*. 2016; 95(14):e3340.
12. Billman GE, Huikuri H, Sacha J, Trimmel K. An introduction to heart variability: Methodological considerations and clinical applications. *Front Physiol*. 2015; 6:55.

13. Amélio PM, Abranches, L, Lopes I, Damasceno DD, Furtado F. Variabilidade da frequência cardíaca com base na estratificação de risco para diabetes mellitus tipo 2. *Einstein* (16794508). 2017; 15(2):141-7.
14. Silva, AKFD, Christofaro, DGD, Bernardo, AFB, Vanderlei, FM, Vanderlei LCM. Sensitivity, specificity and predictive value of heart rate variability indices in type 1 diabetes mellitus. *Arq Bras Cardiol*. 2017; 108(3): 255-262.
15. De Moura-Tonello SCG, Porta A, Marchi A, de Almeida Fagundes A, de Oliveira Francisco C, Rehder-Santos P, et al. Cardiovascular variability analysis and baroreflex estimation in patients with type 2 diabetes in absence of any manifest neuropathy. *PloS one*. 2016; 11(3): e0148903.
16. Rivera AL, Estañol B, Senties-Madrid H, Fossion R, Toledo-Roy JC, Mendoza-Temis J, et al. Heart rate and systolic blood pressure variability in the time domain in patients with recent and long-standing diabetes mellitus. *PloS one*. 2016; 11(2): e0148378.
17. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical active, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*. 1985; 100(2): 126-31.
18. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes care*. 2016; 39(11): 2065-2079.
19. Chu L, Morrison KM, Riddell MC, Raha S, Timmons BW. Effect of 7 days of exercise on exogenous carbohydrate oxidation and insulin resistance in children with obesity. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2018; 43(7): 677-683.
20. Sacre JW, Jellis CL, Jenkins C, Haluska BA, Baumert M, Coombes JS, Marwick TH. A six-month exercise intervention in subclinical diabetic heart disease: effects on exercise capacity, autonomic and myocardial function. *Metabolism*. 2014; 63(9): 1104-1114.
21. Goit RK, Paudel BH, Khadka R, Roy RK, Shrewastwa MK. Mild-to-moderate intensity exercise improves cardiac autonomic drive in type 2 diabetes. *J Diabetes Investig*. 2014; 5(6): 722-727.
22. Gouloupoulou, S., Baynard, T., Franklin, R. M., Fernhall, B., Carhart Jr, R., Weinstock, R., & Kanaley, J. A. (2010). Exercise training improves cardiovascular autonomic modulation in response to glucose ingestion in obese adults with and without type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*, 59(6), 901-910.
23. Balducci S, Leonetti F, Di Mario U, Fallucca F. Is a long-term aerobic plus resistance training program feasible for and effective on metabolic profiles in type 2 diabetic patients?. *Diabetes Care*. 2004; 27(3): 841-842.
24. Zoppini G, Cacciatori V, Gemma ML, Moghetti P, Targher G, Zamboni C. Effect of moderate aerobic exercise on sympatho-vagal balance in Type 2 diabetic patients. *Diabetic medicine*. 2007; 24(4): 370-376.
25. Kang SJ, Ko KJ, Baek UH. Effects of 12 weeks combined aerobic and resistance exercise on heart rate variability in type 2 diabetes mellitus patients. *J Phys Ther Sci*. 2016; 28(7): 2088-2093.
26. Schnell F, Behar n, Carré F. Long-QT Syndrome and Competitive Sports. *Arrhythm Electrophysiol Rev*. 2018; 7(3): 187.
27. Bahrainy, S.; Levy, W.C.; Busey, J.M.; Caldwell, J.H.; Stratton, J.R. Exercise training bradycardia is largely explained by reduced intrinsic heart rate. *Int J Cardiol*. 2016; 222: 213-216.
28. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007. 116(9): 1081.
29. Borg, G. Borg's perceived exertion and pain scales. *Human kinetics*. 1998.
30. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. World Health Organization. 2000.

31. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol*. 1986; 60(4): 1327–32.
32. Task Force. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*. 1996; 93(5): 1043-64.
33. Tsitoglou KI, Koutedakis Y, Dinas, PC. Validation of the Polar RS800CX for assessing heart rate variability during rest, moderate cycling and post-exercise recovery. *F1000Research*. 2018; 7: 1501.
34. Materko W. Stratification Fitness Aerobic Based on Heart Rate Variability during Rest by Principal Component Analysis and K-means Clustering. *J Exerc Physiol Online*. 2018a; 21(1): 91-101.
35. Materko W. Stratification of the level of aerobic fitness based on heart rate variability parameters in adult males at rest. *Motricidade*. 2018b; 14(1): 51-57.
36. Tonello L, Reichert FF, Oliveira-Silva I, *et al.* Correlates of heart rate measures with incidental physical activity and cardiorespiratory fitness in overweight female workers. *Front Physiol*. 2016; 6(405): 1-11.
37. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, Chyun DA, Bertoni AG, Blumenthal RS, *et al.* Exercise training for type 2 diabetes mellitus: impact on cardiovascular risk: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2009; 119(25): 3244-3262.
38. Azevedo JAS, Pureza DY, Materko W. Efeito crônico da corrida na resposta hemodinâmica em mulheres normotensas. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 2019; 13(81): 36-42.
39. Ferreira LF, Rodrigues GD, Soares PPD. Volume de Treinamento Aeróbio para o Aumento da Variabilidade da Frequência Cardíaca em Idosos. *Int. J. Cardiovasc. Sci*. 2017; 30(2); 157-162.
40. Pagkalos M, Koutlianos N, Kouidi E, Pagkalos E, Mandroukas K, Deligiannis A. Heart rate variability modifications following exercise training in type 2 diabetic patients with definite cardiac autonomic neuropathy. *Br J Sports Med*. 2008; 42(1): 47-54.
41. Cornelissen VA, Fagard RH. Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure–regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension*. 2005; 46(4): 667-675.
42. Vissers D, Hens W, Taeymans J, Baeyens JP, Poortmans J, Van Gaal L. The effect of exercise on visceral adipose tissue in overweight adults: a systematic review and meta-analysis. *PloS one*. 2013; 8(2): e56415.
43. Materko W, Bartels R, Motta-Ribeiro GC 1, Lopes AJ, Nadal J, Carvalho ARSC. influence of the respiratory signal in heart rate variability analysis in the respiratory pattern in healthy elderly and with COPD. *Journal of Engineering Technologies and Management Research*. 2018; 5(10): 1-8.