

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 01/06/2019.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E
TECNOLOGIAS**

**FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA E ANÁLISE LINEAR E SIMBÓLICA DA
VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE DIABÉTICOS DO TIPO 2:
EFEITOS CRÔNICOS DO EXERCÍCIO RESISTIDO**

CRISTIANO SALES DA SILVA

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento Humano e Tecnologias.

CRISTIANO SALES DA SILVA

**FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA E ANÁLISE LINEAR E SIMBÓLICA DA
VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE DIABÉTICOS DO TIPO 2:
EFEITOS CRÔNICOS DO EXERCÍCIO RESISTIDO**

Orientador: Prof. Dr. Robison José Quitério

Tese apresentada ao Instituto de Biociências
do Câmpus de Rio Claro, Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Doutor em Desenvolvimento
Humano e Tecnologias.

Rio Claro – SP
2017

617.1027 Silva, Cristiano Sales da
S586f Função autonômica cardíaca e análise linear e simbólica da
variabilidade da frequência cardíaca de diabéticos do tipo 2:
efeitos crônicos do exercício resistido / Cristiano Sales da
Silva. - Rio Claro, 2018
101 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Robison José Quitério

1. Medicina esportiva. 2. Variabilidade da frequência
cardíaca. 3. Diabetes mellitus. 4. Exercício resistido. 5.
Função autonômica cardíaca. I. Título.

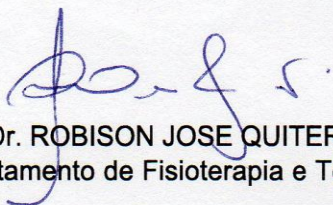
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA E ANÁLISE LINEAR E SIMBÓLICA DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE DIABÉTICOS DO TIPO 2: EFEITOS CRÔNICOS DO EXERCÍCIO RESISTIDO

AUTOR: CRISTIANO SALES DA SILVA

ORIENTADOR: ROBISON JOSE QUITERIO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em DESENVOLVIMENTO HUMANO E TECNOLOGIAS, área: TECNOLOGIAS NAS DINÂMICAS CORPORAIS pela Comissão Examinadora:

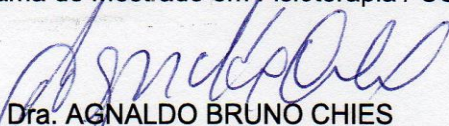


Prof. Dr. ROBISON JOSE QUITERIO

Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UNESP - Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - SP

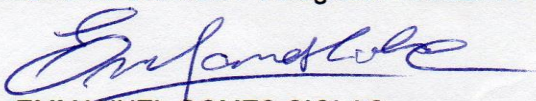
Prof. Dr. ANTONIO ROBERTO ZAMUNÉR

Programa de Mestrado em Fisioterapia / USC - Universidade do Sagrado Coração - Bauru - SP



Profa. Dra. AGNALDO BRUNO CHIES

Departamento de Ciências Fisiológicas / FAMEMA - Faculdade de Medicina de Marília - SP



Prof. Dr. EMMANUEL GOMES CIOLAC

Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências de Bauru - SP



Prof. Dr. RODRIGO POLAQUINI SIMÕES

Departamento de Fisioterapia / UFSCAR- Universidade Federal de São Carlos - SP

Rio Claro, 01 de dezembro de 2017

DEDICATÓRIA

“As pessoas que sempre estiveram ao meu lado nos momentos de minha caminhada até aqui, minha mãe Iraci, minha amada esposa Barbara e meu filho guerreiro Eduardo. E ainda, duas pessoas que partiram para o plano espiritual, mas que tenho certeza estarem ao meu lado guiando-me e dando força para lutar, a D. Lucia Rosa e meu amado e inesquecível pai José Sales”.

AGRADECIMENTOS

O meu agradecimento especial vai para minha esposa Barbara Visciglia Minghini e para meu filho Eduardo Minghini S. Silva por todo amor, carinho, paciência e doação dispendida para que este sonho se realizasse.

Aos meus pais Iraci S. Silva e José S. Silva (*in memoriam*) por sempre acreditarem em mim e apoiarem todos os passos que tive na vida. Vocês são mais que especiais.

A todos meus familiares em especial meus irmãos Mário, Márcia e Mari Célia, aos meus cunhados, cunhadas, sobrinhos e sobrinhas por serem fontes de inspiração.

A minha cunhada Claudia, seu esposo Marcos e as minhas sobrinhas Luísa e Letícia por sempre estarem ao meu lado e da minha família fornecendo suporte.

Aos meus voluntários do estudo pela doação e dedicação. Sem eles este momento não seria possível.

Aos Amigos da Vida: Alessandra Tanuri, Vinicius Cardoso, Diego Colugnati, Fábio Micolis, Raquel Napolitano, Baldomento Kato e Nilton Manguiera pelo incentivo e cumplicidade ao longo dos anos. Ao Tio Pedrinho Magalhães e Nonna Tanuri que foram verdadeiros guardiões da minha família em Marília neste período.

Aos meus colegas de trabalho na Universidade Federal do Piauí os professores Fuad Hazime, Marcelo Filgueiras e Heloisa Marques pelo apoio sempre dispensado.

Aos funcionários da Unesp de Marília representados aqui pelas figuras do Sr. Paulo e da Dinha por todo apoio fornecido para o desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas do LIBEM ao longo destes anos de convivência Eduardo, Pedro, Pauline, Glauco, Mariele, Jose, Márcia, Jéssica, Mariana. Obrigado por tudo.

A uma colega em especial Angélica Cruz por ter aguentado todo o meu estresse durante estes anos. Você foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do curso de Pós-Graduação de Rio Claro em especial Afonso Machado e Fernando Gonzáles por contribuírem muito para o meu aprendizado acadêmico.

E por fim, ao meu Orientador e Amigo Robison J. Quitério por ter aberto as portas para a realização do meu sonho quando aceitou me orientar. E ainda, que desde o início sempre acreditou no meu comprometimento e forneceu autonomia e “asas” para que eu alcançasse meu grande objetivo. Muito obrigado.

Agradecimento a CAPES pela bolsa de estudos e ao CNPq pelo financiamento para compra dos equipamentos de treino.

EPÍGRAFE

*“É impossível progredir sem mudança, e aqueles que não mudam
suas mentes não podem mudar nada”.*

(George Bernard Shaw)

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO.....	07
2.	INTRODUÇÃO.....	08
3.	OBJETIVOS.....	11
4.	REVISÃO DA LITERATURA.....	12
4.1.	Diabetes <i>Mellitus</i>	12
4.2.	Diabetes <i>Mellitus</i> e Sistema Nervoso Autônomo.....	13
4.3.	Diabetes <i>Mellitus</i> e Exercício Físico Resistido.....	15
4.3.1.	Efeito Agudo do Exercício Físico.....	17
4.3.2.	Efeito Crônico do Exercício Físico no Diabetes <i>Mellitus</i>	20
4.4.	Avaliação do Sistema Nervoso Autônomo Cardíaco.....	22
4.4.1.	Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	22
4.4.2.	Testes de Função Autonômica.....	29
4.4.2.1.	Manobra para Acentuar a Arritmia Sinusal Respiratória.....	30
4.4.2.2.	Manobra Postural Ativa.....	32
4.4.2.3.	Manobra de Valsalva - MVal.....	34
4.4.2.4.	Exercício Isométrico de Preensão Palmar - <i>Handgrip</i>	35
5.	ARTIGOS.....	37
5.1.	Artigo 1.....	37
5.2.	Artigo 2.....	59
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

1. APRESENTAÇÃO

A presente Tese de Doutorado foi desenvolvida na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Marília sendo o Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias do Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro.

A apresentação inicia-se por uma Introdução, pelos Objetivos, uma Revisão de Literatura e na sequência dois artigos científicos, com seus respectivos resumos, que serão submetidos aos periódicos *CLINICAL REHABILITATION* (ISSN: 0269-2155) Qualis A1 (Educação Física); *DIABETOLOGY & METABOLIC* (ISSN: 1758-5996) Qualis A1 (Educação Física). No entanto, serão apresentados em português, com intuito de facilitar a apresentação e leitura dos mesmos.

Ressalta-se ainda que as figuras e tabelas encontram-se numeradas e dispostas de forma sequencial e individualizada para cada artigo produzido. As referências bibliográficas estão unificadas e serão posteriormente posicionadas de acordo com cada artigo produzido de acordo com a normatização dos periódicos selecionados para submissão.

Abaixo segue os títulos dos artigos científicos que serão apresentados, bem como os periódicos para os quais serão encaminhados.

ARTIGO 1. EFEITOS CRÔNICOS DO EXERCÍCIO FÍSICO RESISTIDO SOBRE A VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE PACIENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 2. Submissão: *CLINICAL REHABILITATION* (ISSN: 0269-2155)

ARTIGO 2. TREINAMENTO RESISTIDO NÃO ALTERA A GLICEMIA E A FUNÇÃO AUTÔNOMICA CARDÍACA DE PACIENTES COM DIABETES TIPO 2. Submissão: *DIABETOLOGY & METABOLIC* (ISSN: 1758-5996).

2. INTRODUÇÃO

O Diabetes *Mellitus* (DM), que tem como fatores etiológicos, a hereditariedade, o sedentarismo, a má alimentação e o estresse, entre outros, é uma condição clínica caracterizada pela deficiência na produção e/ou ação da insulina, que tem se tornado um dos principais problemas de saúde mundial (NOGUEIRA, 2012), não só pelo quadro clínico da doença em si, mas também pela alta prevalência de comorbidades que são desencadeadas, chegando a acometer 87,3% das pessoas mais idosas com diabetes (FERREIRA *et al.*, 2010; PETERSEN *et al.* 2011).

Uma dessas complicações é a neuropatia autonômica cardíaca (NAC) que acomete os ramos autonômicos cardíacos. Inicialmente ocorre degeneração de pequenas fibras nervosas parassimpáticas e simpáticas e, cujas manifestações clínicas incluem a hipotensão postural e taquicardia persistente, além de aumentar a mortalidade (EWING, CAMPBELL & CLARKE, 1980).

O estudo ARIC (*Atherosclerosis Risk in Communities*) verificou que diabéticos tem a atividade vagal mais baixa que não-diabéticos, depois dos ajustes para idade, etnia e sexo. Os não-diabéticos apresentaram relação inversa entre atividade vagal e níveis de glicemia em jejum sugerindo assim, que a redução do tônus vagal pode estar envolvida na patogênese do DM (LIAO *et al.* 1995). Mesmo depois de ajustes para índice de massa corporal (IMC), medicamentos e pressão sanguínea a associação entre a redução da atividade vagal e o DM permanecem (THAYER, YAMAMOTO E BROSSCHOT, 2010).

Diante desse quadro epidêmico e das graves complicações desencadeadas pelo DM, várias estratégias e métodos preventivos e curativos têm sido alvos de intensas investigações, dentro os quais está o exercício físico (EF) que ganhou atenção especial nos últimos anos em

virtude dos efeitos favoráveis, tanto no controle quanto na diminuição dos níveis glicêmicos (ADA, 2015; SBD, 2016, COLBERG *et al.*, 2010).

Em relação aos efeitos do exercício aeróbio sobre o DM existe uma vasta literatura (HOWORKA *et al.*, 1997; SIMMONDS *et al.*, 2012; PAGKALOS *et al.*, 2008; ZOPPINI *et al.*, 2007; BHAGYALAKSHMI *et al.*, 2010), entretanto no que se refere aos exercícios resistidos (ER) e seus efeitos sobre a doença e a disautonomia cardíaca, as investigações são incipientes (LOIAMAALA *et al.*, 2003; FIGUEROA *et al.*, 2007), mesmo sendo recomendado pelas principais diretrizes nacionais e internacionais para compor um programa de treinamento físico (POLLOCK *et al.*, 2000; COSTA, 2010; NOGUEIRA, 2012).

Tem sido referido que o EF é um componente importante para se analisar os ajustes mediados pelo Sistema Nervoso Autônomo (SNA) cardíaco podendo auxiliar no diagnóstico da disfunção desse sistema (JOUVEN *et al.*, 2005; THAYER, YAMAMOTO & BROSSCHOT, 2010) e ainda, seus efeitos crônicos, traz benefícios para o metabolismo da glicose (CASTANEDA *et al.*, 2002; BWEIR *et al.*, 2009; SENECHAL *et al.*, 2013), cardiovasculares (CASTANEDA *et al.* 2002; LOIMAALA *et al.*, 2003; ARORA, SHWETA e SANDHU, 2009), composição corporal (SIGAL *et al.*, 2007) e o bem-estar psicossocial (POLLOCK *et al.*, 2000; COSTA, 2010; NOGUEIRA, 2012).

Considerando os benefícios que o treinamento resistido (TR) promove ao diabético como controle glicêmico (LOIMAALA *et al.*, 2003; ERIKSSON *et al.* 1997; DUNSTAN *et al.*, 2002), atenuação de variáveis cardiovasculares ao repouso (LOIMAALA *et al.*, 2003; CAUZA *et al.*, 2005), melhora na composição corporal e diminuição de risco cardíaco (CAUZA *et al.*, 2005; CASTANEDA *et al.*, 2002) e as repercussões negativas que a disfunção autonômica desencadeia (MASER *et al.*, 1990; THAYER, YAMAMOTO E BROSSCHOT, 2010), evidências científicas são necessárias para aumentar a segurança e a efetividade desse tipo de intervenção.

Dessa forma, esse estudo pretende testar a hipótese de que o TR promove em pacientes com DM tipo 2 (DM-2) modificações positivas no nível glicêmico, perfil lipídico e no controle neurocardíaco com aumento da atuação parassimpática e diminuição simpática, tanto na condição de repouso, quanto em respostas de manobras autonômicas.

5. ARTIGOS CIENTÍFICOS

5.1 ARTIGO 1. Efeito Crônico do Exercício Físico Resistido sobre a Dinâmica Linear e Não-Linear da Variabilidade da Frequência Cardíaca de Pacientes com Diabetes *Mellitus* Tipo 2.

Chronic Effect of Resistance Physical Exercise on Linear and Nonlinear Dynamics of the Heart Rate Variability of Patients with Type 2 Diabetes Mellitus.

Resumo

Introdução: O Diabetes *Mellitus* (DM) pode promover alterações no sistema nervoso autonômico (SNA) cardíaco e estas podem ser verificadas pela Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC). O exercício físico (EF) regular é uma terapia não medicamentosa do DM-2 e nos últimos anos vem ganhando destaque o treinamento resistido (TR). **Objetivo:** verificar a influência de 12 semanas de TR sobre a modulação autonômica da FC em pacientes com DM-2. **Materiais e Métodos:** foram estudados 8 pacientes com DM-2 ($62,37 \pm 9,65$ anos). Após avaliação inicial (anamnese, exames físicos e clínico) foram coletos os intervalos R-R (iR-R) da frequência cardíaca (FC) na condição de repouso supino por 20 minutos (min.). A VFC foi analisada por método linear utilizando-se os índices no domínio do tempo (RMSSD e SDNN), da frequência (HF, LF e a razão LF/HF), geométricos (SD1, SD2 e razão SD1/SD2) e pelo método não linear utilizando-se análise simbólica (AS) pelos componentes 0V, 1V, 2UV, 2LV e ainda, o índice de complexidade (IC) e o IC normalizado (ICN). O TR foi composto por 12 semanas, 60% 1RM, 5 exercícios para grandes grupos musculares (2 exercícios para membros superiores e tórax e outros 3 para membros inferiores). Após o término do TR os pacientes foram reavaliados nas mesmas condições que no pré TR. Foi realizado teste de normalidade de *Shapiro-Wilk* e os testes *t-Student* para amostras pareadas e de *Wilcoxon* quando não houve normalidade. Significância para $p < 0,05$. **Resultados:** as variações dos dados entre o pós TR e os iniciais não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$) nas variáveis de VFC calculadas tanto pelo método linear quanto pelo não linear. (RR: $\Delta = 58,11 \pm 98,09$; FC: $\Delta = -4,79 \pm 7,23$; SDNN: $\Delta = 2,38 \pm 7,34$; RMSSD: $\Delta = 2,97 \pm 7,55$; SD1: $\Delta = 2,11 \pm 5,35$; SD2: $\Delta = -2,83 \pm 9,24$; SD1/SD2: $\Delta = -0,02 \pm 0,08$; LF(ms^2): $\Delta = 48,00 \pm 0,01$; HF(ms^2): $\Delta = 15,00 \pm 121,88$; HF(un): $\Delta = -6,11 \pm 12,93$; LF/HF: $\Delta = 0,03 \pm 0,50$; 0V%: $\Delta = 0,00 \pm 9,25$; 1V%: $\Delta = -0,29 \pm 4,24$; 2LV%: $\Delta = -2,41 \pm 8,35$; 2UV%: $\Delta = 2,70 \pm 8,83$; IC: $\Delta = 0,02 \pm 0,19$; ICN: $\Delta = 0,02 \pm 0,09$). **Conclusões:** 12 semanas de TR moderado não promove efeitos positivos sobre a VFC em pacientes com DM-2.

Palavras Chaves: Treinamento Resistido. Diabetes *Mellitus*. Variabilidade da Frequência Cardíaca.

Abstract

Introduction: Diabetes Mellitus (DM) can promote changes in the cardiac autonomic nervous system (ANS) and these can be verified by Heart Rate Variability (HRV). Regular physical exercise (PE) is a non-medicated DM-2 therapy and in recent years the resistance training (RT) has been gaining prominence. **Objective:** verify the influence of 12 weeks of RT on the autonomic modulation of HR in patients with DM-2. **Materials and Methods:** 8 patients with DM-2 (62.37 ± 9.65 years) were studied. After an initial evaluation (anamnesis, physical and clinical examinations) the R-R intervals (HRR) of the heart rate (HR) were collected in the supine rest condition for 20 minutes (min). The HRV was analyzed by linear method using the time domain indexes (RMSSD and SDNN), frequency (HF, LF and LF / HF ratio), geometric (SD1, SD2 and SD1 / SD2 ratio) and method non-linear using the symbolic analysis (SA) for the components 0V, 1V, 2UV, 2LV and the complexity index (CI) and the standardized IC (IC). The RT was composed of 12 weeks, 60% 1RM, 5 exercises for large muscle groups (2 exercises for upper limbs and thorax and 3 exercises for lower limbs). After the end of the RT the patients were reevaluated under the same conditions as in the before RT. The Shapiro-Wilk normality test and Student's t-tests for paired and Wilcoxon samples were performed when there was no normality. Significance for $p < 0.05$. **RESULTS:** Variations in the data between the RT and the initials did not present statistical difference ($p > 0.05$) in the HRV variables calculated by both the linear and the nonlinear method. (RR: $\Delta = 58.11 \pm 98.09$, HR: $\Delta = -4.79 \pm 7.23$, SDNN: $\Delta = 2.38 \pm 7.34$, RMSSD: $\Delta = 2.97 \pm 7.55$; SD1: $\Delta = 2.11 \pm 5.35$, SD2: $\Delta = -2.83 \pm 9.24$, SD1 / SD2: $\Delta = -0.02 \pm 0.08$, LF (ms²): $\Delta = 48.00 \pm 0.01$, HF (ms²): $\Delta = 15.00 \pm 121.88$, HF (un): $\Delta = -6.11 \pm 12.93$, LF / HF: $\Delta = 0.03 \pm 0.50$; 0V%: $\Delta = 0.009.25$; 1V%: $\Delta = -0.29 \pm 4.24$; 2LV%: $\Delta = -2.41 \pm 8.35$; 2UV%: $\Delta = 2.70 \pm 8.83$ CI: $\Delta = 0.02 \pm 0.19$ ICN: $\Delta = 0.02 \pm 0.09$ **Conclusions:** 12 weeks of moderate RT does not promote positive effects on HRV in patients with DM-2.

Keywords: Resistance Training. Diabetes Mellitus. Heart Rate Variability.

5.2. ARTIGO 2. Treinamento Resistido não Altera a Glicemia e a Função Autonômica Cardíaca de Pacientes com Diabetes Tipo 2.

Resistance Training Does Not Change Glycemia and the Autonomic Cardiac Function of Type 2 Diabetes Patients.

Resumo

Introdução: O treinamento resistido (TR) é um recurso terapêutico não medicamentoso que vem sendo utilizado como coadjuvante do tratamento do Diabetes *Mellitus* do tipo 2 (DM-2). Esta condição clínica pode ter como complicação alteração nas respostas autonômicas cardíacas em detrimento do comprometimento do sistema nervoso autonômico (SNA) provocado pelo DM-2. Avaliar a condição do SNA e se o TR pode modificar positivamente a função autonômica é de fundamental importância. **Objetivo:** avaliar a influência de um protocolo de TR na função autonômica cardíaca e variáveis cardiovasculares em pacientes com DM-2. **Materiais e Métodos:** participaram do estudo 9 pacientes com DM-2 ($63,55 \pm 9,69$ anos). Após avaliação inicial (anamnese, exames físico, clínico e medidas de composição corporal e antropométrica) foi realizada a coleta de dados referentes aos intervalos R-R (iR-R) da frequência cardíaca (FC) e as pressões arteriais sistólica (PAS) e diastólica (PAD) durante a execução de Testes de Função Autonômica Cardíaca (TFAC) de Manobra de Acentuação da Arritmia Sinusal Respiratória (MASR), Manobra Postural Ativa (MPA), Manobra de Valsalva (MVal), Teste de *Handgrip* e ainda foram analisados os dados da FC, PAS, PAD e duplo produto (DP) nas condições pré e pós TR. Foi aplicado TR com intensidade moderada de 60% de 1RM, exercícios para membros inferiores e superiores, duas vezes por semana durante 12 semanas. As variáveis estudadas foram reavaliadas nos pós TR. Para a análise estatística utilizaram-se o teste de normalidade de *Shapiro-Wilk* e os de comparações *t-Student* para amostras pareadas e *Wilcoxon* quando da não distribuição normal. Nível de significância de $p < 0,05$. **Resultados:** as variações (dados pós TR menos pré) dos índices (Ind.) calculados para os TFAC não apresentaram diferenças estatísticas significantes ($p > 0,05$), Ind. MVal: $\Delta = 0,42 \pm 0,10$; Ind. MASR: $\Delta = -1,13 \pm 11,36$; Razão FC Expiração: Inspiração (E:I): $\Delta = -0,01 \pm 0,04$; Diferença (Dif.) PAD handgrip: $\Delta = 2,11 \pm 10,44$; Dif. PAS MPA: $\Delta = 0,88 \pm 13,34$; Ind. FC MPA: $\Delta = -0,01 \pm 0,18$. A PAS, PAD e FC também não apresentaram diferença significativa no entanto, o DP apresentou diminuição em repouso ($\Delta = -990,55 \pm 1154,91$) **Conclusões:** o TR moderado com 12 semanas, em pacientes com DM-2, não promove alteração da função autonômica cardíaca mas, diminui a sobrecarga do miocárdio por atenuar o DP em repouso.

Palavras Chaves: Treinamento Resistido. Diabetes Mellitus. Função Autonômica Cardíaca.

Abstract

Introduction: Resistance training (RT) is a non-medicated therapeutic resource that has been used as a supporting for the treatment of Type 2 Diabetes Mellitus (DM-2). This clinical condition may have as a complication alteration in cardiac autonomic responses to the detriment of the autonomic nervous system (ANS) impairment caused by DM-2. Evaluating the condition of the ANS and whether the TR can positively modify the autonomic function is of fundamental importance. **Objective:** to evaluate the influence of an RT protocol on cardiac autonomic function and cardiovascular variables in patients with DM-2. **Materials and Methods:** 9 patients with DM-2 (63.55 ± 9.69 years) participated in the study. After the initial evaluation (anamnesis, physical, clinical and body composition and anthropometric measurements), data were collected on RR intervals (R-R) of heart rate (HR) and systolic (SBP) and diastolic blood pressures (DBP) during the execution of Cardiac Autonomic Function Tests (CAFT) of Accentuation Maneuver of Respiratory Sinus Arrhythmia (MRSA), Active Postural Maneuver (APM), Valsalva Maneuver (VM), Handgrip Test, and HR, SBP, DBP and double product (DP) in before and after RT conditions. The RT was applied with moderate intensity of 60% of 1RM, exercises for lower and upper limbs, twice a week for 12 weeks. The studied variables were reevaluated in the post RT. For the statistical analysis, the normality test of Shapiro-Wilk and those of t-Student comparisons were used for paired samples and Wilcoxon when not normal distribution. Significance level of $p < 0.05$. **RESULTS:** Variations (after RT less before data) of the indices (Ind.) Calculated for the CAFT did not present significant statistical differences ($p > 0.05$), Ind. VM: $\Delta = 0.42 \pm 0.10$; Ind. MRSA: $\Delta = -1.13 \pm 11.36$; HR Expiration Rate: Inspiration (E: I): $\Delta = -0.01 \pm 0.04$; Difference (Dif.) DBP handgrip: $\Delta = 2.11 \pm 10.44$; Diff. SBP MPA: $\Delta = 0.88 \pm 13.34$; Ind. HR MPA: $\Delta = -0.01 \pm 0.18$. The SBP, DBP and HR also did not present a significant difference, however, the DP had a decrease at rest ($\Delta = -990,55 \pm 1154,91$). **Conclusions:** the 12-week moderate RT in patients with DM-2 does not promote altered cardiac autonomic function but decreased myocardial overload by attenuating DP at rest.

Keywords: Resistance Training. Diabetes Mellitus. Cardiac Autonomic Function.

Conclusões

O protocolo de TR proposto no presente estudo não foi eficaz para promover modificações na função autonômica cardíaca, no perfil lipídico, na glicemia e na composição corporal de pacientes com DM-2. Mas os dados sugerem que promoveu uma melhora clínica importante na FC e PAS e ainda, atenuação significativa do duplo produto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM. Position Stand. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *MedSci Sports Exerc.* 2009, p.687-708.

ACSM. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins. 2000.

ADA. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes – 2015. *Diabetes Care.* 2015; 38 (Suppl 1): S20-S30.

ADA. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes – 2017. *Diabetes Care.* 2017; 40 (Suppl 1).

AGUIAR, L.G.K.; VILLELA, N.B.; BOUSKELA, E. A Microcirculação no Diabetes: Implicações nas Complicações Crônicas e Tratamento da Doença. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2007; v.51, n.2, p.204-211.

ANTELMI, I. et al. Influence of Age, Gender, Body Mass Index, and Functional Capacity on Heart Rate Variability in a Cohort of Subjects Without Heart Disease. *Am J Cardiol.* 2004, 93, 381–385.

ARORA, E.; SHWETA, S.; SANDHU, J.S. Effects of resistance training on metabolic profile of adults with type 2 diabetes. *Indian J Med Res.* 2009, 129, 515-519.

AUBERT A.E; SEPS B; BECKERS F. Heart rate variability in athletes. *Sports Med.* 2003, 33 (12): 889-919.

BAECKE, J.A.H. *Determinatis of Body Fatness in Young Adults Living in a Dutch Community.* 1982, 112p.

BANTHIA, S. et al 2013. Detection of cardiovascular autonomic neuropathy using exercise testing in patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Diabetes and Its Complications.* 2013, 27, 64–69.

BARBOSA, M.P.C.R. et al. Influence of resistance training on cardiac autonomic modulation: literature review. *MEDICALEXPRESS*. 2014, 1 (5): 284-288.

BELLAVERE, F. et al. Power Spectral Analysis of Heart-Rate Variations Improves Assessment of Diabetic Cardiac Autonomic Neuropathy. *Diabetes*.1992, v. 41, p. 633-640.

BHAGYALAKSHMI, S. et al, 2010. Effect of supervised integrated exercise on heart rate variability in type 2 diabetes mellitus. *Kardiol Pol*. 2007; 65: 363-368.

BILCHICK K.C; BERGER R.D. Heart rate variability. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2006; 17:691-4.

BOER, C.A.A, MOCELIN, A.J.; MATSUO, T. Validação dos testes de Ewing para avaliação autonômica. *Arq Neuropsiquiatr*. 1998; 56 (2): 250-254.

BOUDOU, P. *et al*. Absence of exercise-induced variations in adiponectin levels despite decreased abdominal adiposity and improved insulin sensitivity in type 2 diabetic men *European Journal of Endocrinology*. 2003, 149 421–424.

BWEIR, S. et al. Resistance exercise training lowers HbA1c more than aerobic training in adults with type 2 diabetes. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2009, 1:27. 1-7.

CAMBRI, L.T. et al. Efeito agudo e crônico do exercício físico no perfil glicêmico e lipídico em diabéticos tipo 2. *Motriz*. 2007, v.13 n.4, p.238-248.

CARUSO FCR et al. Resistance exercise training improves heart rate variability and muscle performance: A randomized controlled trial in Coronary Artery Disease Patients. *Eur J PhysRehabil Med*. 2014; 51 (3): 281-289.

CASTANEDA, C. et al. A Randomized Controlled Trial of Resistance Exercise Training to Improve Glycemic Control in Older Adults With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 25: 2335–2341, 2002.

- CASTRO, C.L.B.; NÓBREGA, A.C.L; ARAÚJO, C.G.S. Testes Autonômicos Cardiovasculares. Uma Revisão Crítica. Parte I. *Arq Bras Cardiol.* 1992, v. 59, n.1, p.75-85.
- CATAI, A.M. Effect of the Postural Challenge on the Dependence of the Cardiovascular Control Complexity on Age. *Entropy.* 2014, 16, 6686-6704.
- CATAI, A.M., et al. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. *Braz J Med Biol Res.* 2002, 35 (6):741-52.
- CAUZA, E. et al. 2005. The Relative Benefits of Endurance and Strength Training on the Metabolic Factors and Muscle Function of People With Type 2 Diabetes Mellitus. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005, v. 86, 1527-1533.
- CHIPKIN, S, R.; KLUGH, S.A.; CHASAN-TABER, L. Exercise and Diabetes. *Cardiology Clinics.* 2001, v. 19, n 3, p. 489 – 505.
- CHURCH, T.S. Effects of Aerobic and Resistance Training on Hemoglobin A1c Levels in Patients With Type 2 Diabetes. *JAMA.* 2010, 304 (20): 2253-2262.
- CIOLAC, E.G.; SILVA, J.M.R. Resistance Training as a Tool for Preventing and Treating Musculoskeletal Disorders. *Sports Med.* 2016; 46(9):1239-48.
- COLBERG, S.R et al. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care.* 2016, 39: 2065–2079.
- COLBERG, S.R. et al. Exercise and Type 2 Diabetes. The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care.* 2010, 33: e147–e167.
- COLLIER *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, 339–348.

COSTA, J.B.Y., *et al.* Influência do Estado de Treinamento Sobre o Comportamento da Pressão Arterial Após uma Sessão de Exercícios com Pesos em Idosas Hipertensas. *Rev Bras Med Esporte*. 2010, v. 16, n. 2, p. 103-106.

DE ANGELIS, K. *et al.* Disfunção Autonômica Cardiovascular no Diabetes Mellitus Experimental. *Bras Endocrinol Metab* 2007; 51, 2:185-194

DESCHENES, M.R; KRAEMER, W.J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81(Suppl): S3–S16.

DEURENBERG, YAP & STAVEREN. Body mass index and percent body fat: a meta analysis among different ethnic groups. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998, 22 (12):1164-71.

DI RIENZO, G. *et al.* Baroreflex contribution to blood pressure and heart rate oscillations: time scales, time-variant characteristics and nonlinearities. *Phil. Trans. R. Soc. A*. 2009, 367, 1301–1318.

DIJK SBV, TAKKEN T, PRISEN EC, WITTINK. Different anthropometric adiposity measures and their association with cardiovascular disease risk factors: a meta-analysis. *Neth Heart J*. (2012), 20:208–218.

DIMITROPOULOS, G; TAHRANI, A. A; STEVENS, M. J. Cardiac autonomic neuropathy in patients with diabetes mellitus. *World Journal of Diabetes*. (2014), v.5, n.1, p.17-39.

DIPLA, K; NASSIS, G.P.; VRABAS, I.S. Blood Pressure Control at Rest and during Exercise in Obese Children and Adults. *Hindawi Publishing Corporation. Journal of Obesity* (2012), v. 2012, 10 pages. doi:10.1155/2012/147385.

DUNSTAN, D.W. *et al.* High-Intensity Resistance Training Improves Glycemic Control in Older Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 2002, 25, p.1729–1736.

DYRBERG, T. *et al.* Prevalence of Diabetic Autonomic Neuropathy Measured by Simple Bedside Tests. *Diabetologia*. 1981, 20:190-194

ERIKSSON, J. et al. Resistance Training in the Treatment of Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus. *Int. J. Sports Med.* 1997, v. 18. n. 4, p. 242-246.

EWING D.J et al. The value of cardiovascular autonomic function tests: 10 years experience in diabetes. *Diabetes Care.* 1985, 8: 491–8.

EWING D.J; CLARKE, B.F. Diagnosis and management of diabetic autonomic neuropathy. *British Medical Journal.* 1982, 285:916–8.

EWING, D. J; CAMPBELL, I. W; CLARKE, B. F. The natural history of diabetic autonomic neuropathy. *QJM: An International Journal of Medicine.* 1980, v.193, p.95-108.

FADEL, P.J. Neural control of the circulation during exercise in health and disease. *Frontiers in Physiology.* 2013, v. 4, Article 224, 1-2.

FADEL, P.J.; RAVEN, P.B. Human investigations into the arterial and cardiopulmonary baroreflexes during exercise. *Exp Physiol.* 2011, 97, 1, 39–50.

FARINATTI, P.T.V. Apresentação de uma Versão em Português do Compêndio de Atividades Físicas: uma contribuição aos pesquisadores e profissionais em Fisiologia do Exercício. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício.* 2003, v.2, p. 177 – 208.

FERREIRA, C.C.C. et al. Prevalência de Fatores de Risco Cardiovascular em Idosos Usuários do Sistema Único de Saúde de Goiânia. *Arq Bras Cardiol.* 2010, 95 (5): 621-628.

FESS, E.E. Grip strength. In: Casanova J.S, editor. *Clinical assessment recommendations.* 2nd ed. Chicago: American Society of Hand Therapists. 1992, p. 41–45.

FIGUEROA, A. et al. Endurance training improves post-exercise cardiac autonomic modulation in obese women with and without type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol.* 2007, v. 100, n. 4, 437-44.

FLORINDO, A.A.; LATORRE, M.R.D.O. Validação e reprodutibilidade do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. *Rev Bras Med Esporte*. 2003. v. 9, n.3, p.121-128.

FOSS, M.L.; KETEVIAN, S.J. Controle cardiorrespiratório. In: Fox: bases fisiológicas do exercício e do esporte. Tradução: Giuseppe Taranto. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 6ª edição, p. 226-241.

FREEMAN, R.; CHAPLEAU, M.W. Testing the autonomic nervous system. *Chapter 7 In: Handbook of Clinical Neurology: Peripheral Nerve Disorders*. 2013, v. 115 (3rd series), 115-136.

GALLO Jr., et al. Control of heart rate during exercise in health and disease. *Braz. J. Med. Biol. Res*. 1995, v.28, 11-12, p. 1179-1184.

GERAGE, A.M. *et al.* Cardiovascular Adaptations to Resistance Training in Elderly Postmenopausal Women. *Int J Sports Med*. 2013, 34(9):806-13.

GERHART, H. Autonomic Modulation in Older Women: Using Resistance Exercise as a Countermeasure. *Int J Exerc Sci*. 2017, 10 (2): 178-187.

GIACON, T.R. et al. Influence of the Exercise on Autonomic Nervous System in Diabetics: A Literature Review. *Journal of Cardiology and Therapy*. 2017, 4 (1): 594-598.

GIANNOPOULOU, I. Exercise Is Required for Visceral Fat Loss in Postmenopausal Women with Type 2 Diabetes *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2005, 90 (3): 1511–1518.

GIELEN, S.; SCHULER, G.; ADAMS, V. Cardiovascular Effects of Exercise Training Molecular Mechanisms. *Circulation*. 2010; 122. 1221-1238.

GOBEL, F.L. et al. The Rate-Pressure Product as an Index of Myocardial Oxygen Consumption during Exercise in Patients with Angina Pectoris. *Circulation*. 1978, v. 57, n. 3, 549-556.

GODOY, M.F.; TAKAKURA, I.T.; CORREA, P.R. 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 Ciênc Saúde*. 2005, 12 (4), 167-71.

GOULOPOULOU, S. et al. Exercise Training Improves Cardiovascular Autonomic Modulation in Response to Glucose Ingestion in Obese Adults with and without Type 2 Diabetes. *Metabolism*. 2010, 59(6): 901–910.

GREANEY, J.L.; WENNER, M.M.; FARQUHAR, W.B. Exaggerated increases in blood pressure during isometric muscle contraction in hypertension: Role for purinergic receptors. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*. 2015, 188, 51–57.

GROSSMAN, P.; KAREMAKER, J.; WIELING, W. Prediction of tonic parasympathetic cardiac control using respiratory sinus arrhythmia: the need for respiratory control. *Psychophysiology*. 1991, 28 (2), 201–216.

GROSSMAN, P.; TAYLOR, E.W. Toward understanding respiratory sinus arrhythmia: Relations to cardiac vagal tone, evolution and biobehavioral functions. *Biological Psychology*. 2007, 74, 263–285.

GUZZETTI, S. et al. Symbolic dynamics of heart rate variability: a probe to investigate cardiac autonomic modulation. *Circulation*. 2005, v.112, n. 4, p. 465–470.

HAINSWORTH, R. Non-invasive investigations of cardiovascular reflexes in humans. *Clinical Science*. 1990, 78, 437-443 437.

HELDT, T. et al. Circulatory Response to Passive and Active Changes in Posture. *Computers in Cardiology*. 2003; 30:263-266.

HELLMAN, J.B.; STACY, R.W. Variation of respiratory sinus arrhythmia with age. *Journal of Applied Physiology*. 1976, v. 41, n. 5, p. 734-738.

- HILZ, M.J.; DÜTSCH, M. Quantitative Studies of Autonomic Function. *Muscle Nerve*. 2006, 33: 6–20.
- HOLTEN, M.K. *et al.* Strength Training Increases Insulin-Mediated Glucose Uptake, GLUT4 Content, and Insulin Signaling in Skeletal Muscle in Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes* 2004, 53: 294–305.
- HOWORKA, K. Effects of physical training on heart rate variability in diabetic patients with various degrees of cardiovascular autonomic neuropathy. *Cardiovascular Research*. 34, p. 206–214, 1997.
- HUNTER, G.R. *et al.* High-resistance versus variable-resistance training in older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2001, 33, 10:1759-64.
- HUNTER, G.R. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *J Appl Physiol*. 2000, 89: 977–984.
- IBANEZ, J. *et al.* Twice-Weekly Progressive Resistance Training Decreases Abdominal Fat and Improves Insulin Sensitivity in Older Men With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 28:662–667, 2005.
- ISER, B.P.M. *et al.* Prevalência de diabetes autorreferido no Brasil: resultados da Pesquisa Nacional de Saúde 2013. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 2015, 24 (2): 305-314.
- JAVORKA, M. *et al.* Short-term heart rate complexity is reduced in patients with type 1 diabetes mellitus. *Clin Neurophysiol*. 2008, 119:1071–1081
- JYOTSNA, V.P., *et al.* Cardiac autonomic function in patients with diabetes improves with practice of comprehensive yogic breathing program. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2013, v. 17. n. 3, 480-485.
- JYOTSNA, V.P., *et al.* Prevalence and pattern of cardiac autonomic dysfunction in newly detected type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Research Clinical Practice*. 2009, 83, 83–88.
- KANG, S.J.; KO, K.J.; BAEK, U.H. Effects of 12 weeks combined aerobic and resistance exercise on heart rate variability in type 2 diabetes mellitus patients. *J. Phys. Ther. Sci*. 28: 2088–2093, 2016.

- KARAVIRTA L., et al. Heart rate dynamics after combined strength and endurance training in middle-aged women: Heterogeneity of responses. *PLoS One*, 2013.
- KAWAGUCHI, L.Y.A. *et al.* Caracterização da variabilidade de frequência cardíaca e sensibilidade do barorreflexo em indivíduos sedentários e atletas do sexo masculino. *Rev Bras Med Esporte*. 2007; 13 (4): 231-236.
- KEET, S.W.M. et al. Cardiovascular autonomic function testing under non-standardised and standardised conditions in cardiovascular patients with type-2 diabetes mellitus *Anaesthesia* 2014, 69, 476–483.
- KELLEY, G. Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. *J Appl Physiol*. 1997; 82, 1559-65.
- KINGSLEY, J.D.; FIGUEROA, A. Acute and training effects of resistance exercise on heart rate variability. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2016, 36, 179–187.
- KRAUS, W. E., *et al.* Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *New England Journal of Medicine*. 2002, v. 347 n. 19, 1483- 1492.
- KULUR, A.B., et al. Effect of Diaphragmatic Breathing on Heart Rate Variability in Ischemic Heart Disease with Diabetes. *Arq Bras Cardiol*. 2009; 92(6):423-429.
- KUMAGAI, S., et al. Relationships of the Systolic Blood Pressure Response During Exercise With Insulin Resistance, Obesity, and Endurance Fitness in Men With Type 2 Diabetes Mellitus. *Metabolism*. 2002, vol. 51, n. 10, 1247-1252.
- LAHIRI, M.K.; KANNANKERIL, P.J.; GOLDBERGER, J.J. Assessment of Autonomic Function in Cardiovascular Disease Physiological Basis and Prognostic Implications. *J Am Coll Cardiol*. 2008; 51. 1725–33
- LAROSE, J. *et al.* Effect of Exercise Training on Physical Fitness in Type II Diabetes Mellitus. *American College of Sports Medicine*. 2010, v. 42, n. 8, 1439–1447.
- LEITE, P.H., et al. Resposta da frequência cardíaca durante o exercício isométrico de pacientes submetidos à reabilitação cardíaca fase III. *Rev Bras Fisioter*. 2010, v. 14, n. 5, p. 383-9.

LEVIN, A.B. Simple Test of Cardiac Function Based Upon the Heart Rate Changes Induced by the Valsalva Maneuver. *The American Journal of Cardiology*. 1966, v. 18, p. 90-99.

LIAO, D., et al. Association of vagal tone with serum insulin, glucose, and diabetes mellitus—the ARIC Study. *Diabetes Res Clin Pract*. 1995, 30: 211–21.

LOIMAALA, A. et al 2003. Exercise Training Improves Baroreflex Sensitivity in Type 2 Diabetes. *Diabetes*. 2003, 52: 1837–1842.

LONGO A.; FERREIRA, D.; CORREIA, M.J. Variabilidade da frequência cardíaca. *Rev. Port. Cardiol*. 1995, 14 (3), p. 241-262.

LOVATO, N. S.; ANUNCIAÇÃO, P. G. POLITO, M. D. Pressão arterial e variabilidade de frequência cardíaca após o exercício aeróbio e com pesos realizados na mesma sessão. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2012, v.18, n.1, 22-25.

LOVELL, D.I; CUNEO, R.; GASS, G.C. Strength Training Improves Submaximum Cardiovascular Performance in Older Men. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2009; 32(3): 117-124.

LOZANO, T.; ENA, J. Neuropatía autonómica cardiovascular en pacientes con diabetes mellitus, *J. Rev Clin Esp*. 2017; 217 (1): 46-54.

MACEDO, D.; SILVA, M. S. Efeitos dos programas de exercícios aeróbio e resistido na redução da gordura abdominal de mulheres obesas. *Revista brasileira de Ciência e Movimento*. 2009, v.17, p.47-54.

MADDEN, K.M.; LEVY, W.C.; STRATTON, J.R. Exercise Training and Heart Rate Variability in Older Adult Female Subjects. *Clin Invest Med*. 2006, 29 (1): 20–28.

MALLIANI, A.; MONTANO, N. Heart rate variability as a clinical tool. *Ital Heart J*. 2002, v. 3, 439 – 445, 2002.

MALPAS, S.C.; MALING, T.J.B. Heart-Rate Variability and Cardiac Autonomic Function in Diabetes. *Diabetes*. 1990, v.39, 1177-81.

MARÃES, V.R.F.S. Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações. *Rev Andal Med Deporte*. 2010; 3(1):33-42.

MARASCHIN, J.F., et al. Classificação do Diabete Melito. *Arq Bras Cardiol*. 2010, 95(2): e40-e47.

MARTINS-PINGE, M.C. Cardiovascular and autonomic modulation by the central nervous system after aerobic exercise training. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2011, 44: 848-854.

MASER, R. E. et al. Diabetic autonomic neuropathy and cardiovascular risk: Pittsburgh Epidemiology of Diabetes Complications Study III. *Archives of internal medicine*, 1990, v. 150, n. 6, p. 1218-1222.

MASER, R. E.; LENHARD, J. M.; DECHERNEY, S. G. Cardiovascular autonomic neuropathy: the clinical significance of its determination. *The endocrinologista*. 2000, v. 10, n. 1, p. 27.

MAZO, G. Z. et al. Validade concorrente e reprodutibilidade teste-reteste do questionário de Baecke modificado para idosos. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. 2001, v. 6, n. 1, p. 5-11.

MELO, R.C., et al. High Eccentric Strength Training Reduces Heart Rate Variability In Healthy Older Men. *Br J Sports Med* 2008; 42(1): 59-63.

MINATEL, V., et al. Avaliação da frequência cardíaca à medida de pressão expiratória máxima estática e à manobra de Valsalva em jovens saudáveis. *Rev Bras Fisioter*. 2012, v. 16, n. 5, p. 406-13.

MITCHELL, J. H. Neural control of the circulation during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1990, v.22, n.2, p.141-154.

MITCHELL, J. H. Neural control of the circulation during exercise: insights from the 1970-1971 Oxford studies. *Experimental Physiology*. 2012, v.97, n.1, p.14-19.

MONTANO, N. *et al.* Heart rate variability explored in the frequency domain: A tool to investigate the link between heart and behavior. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 2009, 33, 71–80.

MOURA, S.C.G. Influência da Manobra Postural Ativa e do Diabetes Mellitus Tipo 2 na Variabilidade da Frequência Cardíaca de Homens de Meia Idade. *Dissertação (Mestrado)*. Universidade Federal de São Carlos, 2012, 95p.

MOURA-TONELLO, S.C.G., *et al.* Influence of type 2 diabetes on symbolic analysis and complexity of heart rate variability in men. *Diabetology & Metabolic Syndrome* 2014, 6:13, 1-11.

MUST, A. *et al.* The disease burden associated with overweight and obesity. *Jama*, 1999. v. 282 n. 16, 1523-1529.

NISKANEN J.P., *et al.* Software for advanced HRV analysis. *Comput Methods Programs Biomed.* 2004; 76 (1): 73-81.

NOGUEIRA, L. V., *et al.* Estudo comparativo entre os tipos de exercícios na Diabetes Mellitus tipo 2. *Revista UNILUS Ensino e Pesquisa*, 2012, v. 9, n. 17, p.1807-8850.

NOVAK, P. Quantitative Autonomic Testing. *J. Vis. Exp.* 2011, 53, 2502, doi:10.3791/2502

NUMATA, T. *et al.* Circadian Changes of Influence of Swallowing on Heart Rate Variability with Respiratory-phase Domain Analysis. *35th Annual International Conference of the IEEE EMBS*, Osaka, Japan, 2013, 3 – 7 July.

PAGKALOS, M. *et al.* Heart rate variability modifications following exercise training in type 2 diabetic patients with definite cardiac autonomic neuropathy. *Br J Sports Med.* 2008; 42:47–54.

PARK, J.H; LEE, Y.E. Effects of exercise on glycemic control in type 2 diabetes mellitus in Koreans: the fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V). *J. Phys. Ther. Sci.* 2015, 27, 3559–3564.

PASCHOAL, M.A. Cardiac Autonomic Adjustments During Baroreflex Test and Non-Obese Preadolescents. *Arq Bras Cardiol.* 2016; 106 (4):297-303

PERSEGUINI, N.M *et al.* Spectral and symbolic analysis of the effect of gender and postural change on cardiac autonomic modulation in health elderly subjects. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.* 2011, 44: 29-37.

PETERSEN, et al. Fatores de risco cardiovasculares e comorbidades em ambulatórios de cardiologia da região metropolitana de Porto Alegre, RS. *Revista da AMRIGS*, Porto Alegre, 2011. 55 (3): 217-223.

PETROFSKY, J. et al. The Use of an Isometric Handgrip Test to Show Autonomic Damage in People with Diabetes. *Diabetes Technology & Therapeutics.* 2009, v. 11, n. 6, 361-369.

PITANGA, F.J.G; LESSA, I. Razão Cintura-Estatura como Discriminador do Risco Coronariano de Adultos. *Rev Assoc Med Bras.* 2006, 52(3): 157-61 15.

POLITO, M.D.; FARINATTI, P.T.V. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra resistência: uma revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto.* 2003, v. 3, n. 1, 79–91.

POLLOCK, M.L. et al. Resistance Exercise in Individuals with and Without Cardiovascular Disease: Benefits, Rationale, Safety, and Prescription An Advisory From the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation.* 2000, 101:828-833.

POP-BUSUI, R. Cardiac Autonomic Neuropathy in Diabetes: a clinical perspective. *Diabetes Care*, 2010, v. 33, n. 2, 434 – 441.

POP-BUSUI, R. Sympathetic Dysfunction in Type 1 Diabetes Association With Impaired Myocardial Blood Flow Reserve and Diastolic Dysfunction. *Journal of the American College of Cardiology*. 2004, v. 44, n. 12, 2368-74.

POP-BUSUI, R. What Do We Know and We Do Not Know About Cardiovascular Autonomic Neuropathy in Diabetes. *J. of Cardiovasc. Trans. Res.* 2012, 5:463–478

PORTA, A. et al. An integrated approach based on uniform quantization for the evaluation of complexity of short-term heart period variability: Application to 24 h Holter recordings in healthy and heart failure humans. *Chaos*. 2007b, 17:015117

PORTA, A. et al. Assessment of cardiac autonomic modulation during graded head-up tilt by symbolic analysis of heart rate variability. *American journal of physiology-heart and circulatory physiology*. 2007a, v. 293, n. 1, p. H702-H708.

PORTA, A. et al. Entropy, entropy rate, and pattern classification as tools to typify complexity in short heart period variability series. *Biomedical engineering, IEEE transactionson*. 2001, v. 48, n. 11, p. 1282–1291.

PSTRAS, L., et al. The Valsalva manoeuvre: physiology and clinical examples. *Acta Physiol*. 2016, 217, 103–119.

PUMPRLA, J., et al. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications *International Journal of Cardiology*. 2002, 8, 1–14

QUITÉRIO, R.J. *et al.* Influences of Torque and Joint Angle on Heart Rate Responses During Isometric Exercise in Young Men. *Rev. bras. fisioter.* 2007, v. 11, n. 3, p. 185-190.

QUITÉRIO, R.J.*et al.* Torque, myoelectric signal and heart rate responses during concentric and eccentric exercises in older men. *Rev Bras Fisioter* 2011, v. 15, n. 1, p. 8-14.

RAJENDRA ACHARYA U, PAUL JOSEPH K, KANNATHAL N, LIM CM, SURI JS. Heart rate variability: a review. *Med Bio Eng Comput*. 2006; 44(12):1031-51.

ROLIM, L.C.S.P., et al. Neuropatia Autonômica Cardiovascular Diabética: Fatores de Risco, Impacto Clínico e Diagnóstico Precoce. *Arq Bras Cardiol.* 2008, vol. 90, n.4, p. 24-32.

ROWLAND, T.; FERNHALL, B. Cardiovascular Responses to Static Exercise: A Re-Appraisal. *Int J Sports Med* 2007; 28: 905–908

SACRE, J.W., et al. A six-month exercise intervention in subclinical diabetic heart disease: Effects on exercise capacity, autonomic and myocardial function. *Metabolism.* 2014; 63(9):1104-14.

SANTOS, C. F. Efeitos de diferentes frequências semanais de treinamento com pesos sobre a composição corporal e capacidades motoras em homens idosos. Tese (doutorado) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas, SP: [s.n], 2009. 104p.

SBD. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015-2016) / Adolfo Milech et. al.; organização José Egidio Paulo de Oliveira, Sérgio Vencio - São Paulo: A.C. Farmacêutica. DIRETRIZES SBD | 2015-2016. Parte 1: Princípios Básicos, Avaliação e Diagnóstico do Diabetes Mellitus. Sociedade Brasileira de Diabetes. 2016. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/sbdonline/images/docs/DIRETRIZES-SBD-2015-2016.pdf>

SCHAAN, B.D.; RABELO, E.R.; IRIGOYEN, M.C. Insulina: Efeitos Cardiovasculares e Aplicações Terapêuticas. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2004, v. 48 n. 6. p.793-802.

SCHEFFEL, R. S., et al. Prevalência de Complicações Micro e Macrovasculares e de seus Fatores de Risco em Pacientes com Diabetes Melito do Tipo 2 em Atendimento Ambulatorial. *Rev Assoc Med Bras.* 2004, vol.50, n.3, p.263-267.

SCHMID, H. Impacto Cardiovascular da Neuropatia Autonômica do Diabetes Mellitus. *Arq Bras Endocrinol Metab;* 2007, V.51, N. 2, p. 232-243.

SELIG, S.E., et al. Moderate-Intensity Resistance Exercise Training in Patients With Chronic Heart Failure Improves Strength, Endurance, Heart Rate Variability, and Forearm Blood Flow. *Journal of Cardiac Failure.* 2004, vol. 10 n. 1, p. 21-30.

SENECHAL, M. *et al.* Changes in Body Fat Distribution and Fitness Are Associated With Changes in Hemoglobin A1c After 9 Months of Exercise Training. *Diabetes Care* 2013, 36:2843–2849.

SIGAL, R.J. *et al.* Effects of Aerobic Training, Resistance Training, or Both on Glycemic Control in Type 2 Diabetes. *Ann Intern Med.* 2007;147. 357-369.

SILVA, A. K.F., *et al.* Application of Heart Rate Variability in Diagnosis and Prognosis of Individuals with Diabetes Mellitus: Systematic Review. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2016, 21(3):223–235.

SILVA, C.S., *et al.* Resistance Training and Autonomic Modulation in the Elderly. *Journal of Cardiol Ther.* 2016; 3(3): 534-542.

SIMMONDS, M.J. *et al.* Preliminary findings in the heart rate variability and haemorheology response to varied frequency and duration of walking in women 65–74 yr with type 2 diabetes. *Clinical Hemorheology and Microcirculation.* 2012, 51, 87–99.

SINGH, J.P., *et al.* Association of Hyperglycemia With Reduced Heart Rate Variability (The Framingham Heart Study). *Am J Cardiol.* 2000; 86: 309–312.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA (SBC). 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol.* 2016; 107 (Supl.3):1-83.

SPALLONE, V. Recommendations for the use of cardiovascular tests in diagnosing diabetic autonomic neuropathy. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases.* 2011, 21, 69 - 78.

SUCHARITA, S. *et al.* Autonomic nervous system function in type 2 diabetes using conventional clinical autonomic tests, heart rate and blood pressure variability measures. *Indian J Endocrinol Metab.* 2011, 15 (3): 198-203

TAKAHASHI, A.C.M. *et al.*, 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, 105:315–323.

TAMBURUS, N.Y. *et al.* Interval training based on ventilatory anaerobic threshold increases cardiac vagal modulation and decreases high-sensitivity c-reactive protein: randomized clinical trial in coronary artery disease. *Braz J Phys Ther.* 2015, 19(6): 441-450.

TARVAINEN, M.P., *et al.* Kubios HRV – Heart rate variability analysis software. *Computer Methods and Programs in Biomedicine.* 2014, 113, 210–220

TASK FORCE of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurements, physiological interpretation and clinical use. *Circulation.* 1996, v. 93, p. 1043-1065.

TASKIRAN, M. *et al.* Left ventricular dysfunction in normotensive Type 1 diabetic patients: the impact of autonomic neuropathy. *Diabetic medicine.* 2004, v. 21, n. 6, p. 524-530.

TAYLOR, R.W. *et al.* Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3–19 y1–3. *Am J Clin Nutr* 2000; 72:490–5.

TERRA, D.F. *et al.* Redução da Pressão Arterial e do Duplo Produto de Repouso após Treinamento Resistido em Idosas Hipertensas. *Arq Bras Cardiol.* 2008; 91(5): 299-305.

THAYER, J. F.; YAMAMOTO, S.; BROSSCHOT, J.F. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. *International Journal of Cardiology.* 2010, 141, 122–131.

TIBANA, R. A.; BALSAMO, S.; PRESTES, J. Associação entre Força Muscular Relativa e Pressão Arterial de Repouso em Mulheres Sedentárias. *Revista Brasileira de Cardiologia.* 2011, v. 24, p. 163-168.

TIBANA, R. A.; PRESTES, J. Treinamento de Força e Síndrome Metabólica: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Cardiologia.* 2013, v.26, p. 66-76.

TRESIERRAS, M.A.; BALADY, G.J. Resistance Training in the Treatment of Diabetes and Obesity: *Mechanisms and Outcomes.* *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation & Prevention.* 2009, 29(2): 67-75.

- TULPPO, M.P. et al. Effects of pharmacological adrenergic and vagal modulation on fractal heart rate dynamics. *Clinical Physiology*. 2001, 21 (5), 515 – 523.
- VANDERLEI, L.C.M et al - Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2009; 24 (2): 205-217
- VASCHILLO, EG. et al. Measurement of Vascular Tone and Stroke Volume Baroreflex Gain. *Psychophysiology*. 2012, 49 (2), 193–197.
- VERMA, S.; HUSSAIN, E.M. Obesity and diabetes: An update. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2017, 11, 73–79.
- VINCENT, K.R., et al. Strength Training and Hemodynamic Responses to Exercise. *The American Journal of Geriatric Cardiology*. 2003; 12(2): 97 – 106
- VINIK, A. I; ZIEGLER, D. Diabetic cardiovascular autonomic neuropathy. *Circulation*. (2007), v.115, n.3, p.387-397.
- VOSS A. et al. Methods derived from nonlinear dynamics for analysing heart rate variability. *Phil. Trans. R. Soc.* 2009, 367, 277–296.
- WANDERLEY FA. et al. Differential responses of adiposity, inflammation and autonomic function to aerobic versus resistance training in older adults. *Experimental Gerontology*. 2013; 48 (3): 326-33.
- WEIMER, L.H. Autonomic Testing: Common Techniques and Clinical Applications. *The Neurologist*. July 2010. Vol. 16, N. 4, p. 215-222.
- WESTON, K.S., et al. Contribution of autonomic dysfunction to abnormal exercise blood pressure in type 2 diabetes mellitus. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2013, 16, 8–12.
- WHO. World Health Organization. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2013. 55 p. Disponível em:
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/94384/1/9789241506236_eng.pdf?ua=1

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva. (WHO Obesity Technical Report Series, 2000, n. 284.

WILLIAMSON, J.W. FADEL, P.J; MITCHELL, J.H. New insights into central cardiovascular control during exercise in humans: a central command update. *Exp Physiol.* 2006, 91.1 pp 51–58.

WILLICH, S. N., LEWIS, M., LOWEL, H., ARNTZ, H. R., SCHUBERT, F., SCHRODER, R. Physical exertion as a trigger of acute myocardial infarction. *New England Journal of Medicine.* 1993, Vol. 329, n. 23, 1684-1690.

WOOD, R.H., et al. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Official Journal of the American College of Sports Medicine.* 2001, 1751-1758.

WU, J. S. et al. Epidemiological evidence of altered cardiac autonomic function in subjects with impaired glucose tolerance but not isolated impaired fasting glucose. *The journal of clinical endocrinology & metabolism.* 2007, v. 92, n. 10, p. 3885–3889.

ZAMUNÉR, A.R. et al. Effects of a hydrotherapy programme on symbolic and complexity dynamics of heart rate variability and aerobic capacity in fbromyalgia patients. *Clin Exp Rheumatol.* 2015, 33 (Suppl. 88): S73-S81.

ZANUSO, S. et al. Exercise for the management of type 2 diabetes: a review of the evidence *Acta Diabetol*, 2010, 47:15–22.

ZIEGLER, D. Increased prevalence of cardiac autonomic dysfunction at different degrees of glucose intolerance in the general population: the KORA S4 survey. *Diabetologia.* 2015, 58:1118–1128.

ZOPPINI, G. et al. Effect of moderate aerobic exercise on sympatho-vagal balance in Type 2 diabetic patients. *Diabet. Med.* 2007, 24, 370–376.

ZOPPINI, G., et al. Prevalence of Cardiovascular Autonomic Neuropathy in a Cohort of Patients With Newly Diagnosed Type 2 Diabetes: The Verona Newly Diagnosed Type 2 Diabetes Study (VNDS). *Diabetes Care*. 2015; 38:1487–1493.