



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – RIO CLARO



PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E
TECNOLOGIAS

ANGÉLICA CRISTIANE DA CRUZ

**EFEITOS DE DIFERENTES INTENSIDADES DE EXERCÍCIO
RESISTIDO SOBRE A MODULAÇÃO AUTONÔMICA DA
FREQUENCIA CARDÍACA E METABOLISMO LÁCTICO DE
DIABÉTICOS TIPO 2**

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

FEVEREIRO - 2018



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – RIO CLARO



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

ANGÉLICA CRISTIANE DA CRUZ

**EFEITOS DE DIFERENTES INTENSIDADES DE EXERCÍCIO
RESISTIDO SOBRE A MODULAÇÃO AUTÔNOMICA DA
FREQUENCIA CARDÍACA E METABOLISMO LÁCTICO DE
DIABÉTICOS TIPO 2**

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

Orientador: Prof^o Dr. Robison José Quitério

RIO CLARO - SP

2018

617.1027 Cruz, Angélica Cristiane da

C957e Efeitos de diferentes intensidades de exercício resistido sobre a modulação autonômica da frequência cardíaca e metabolismo láctico de diabéticos tipo 2 / Angélica Cristiane da Cruz. - Rio Claro, 2018
75 f. : il., figs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro

Orientador: Robison José Quitério

1. Medicina esportiva. 2. Sistema nervoso autônomo. 3. Variabilidade da frequência cardíaca. 4. Diabetes mellitus tipo 2. 5. Limiar anaeróbio. 6. Exercício resistido. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Rio Claro



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Efeitos de diferentes intensidades de exercício resistido sobre a modulação autonômica da frequência cardíaca e metabolismo láctico de diabéticos

AUTORA: ANGÉLICA CRISTIANE DA CRUZ

ORIENTADOR: ROBISON JOSE QUITERIO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre 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. CRISTIANO SALES DA SILVA

Universidade Federal do Piauí / Campus Ministro Reis Velloso - Parnaíba / PI

Prof. Dra. ANA LAURA RICCI VITOR

Pós Doutorado / UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente / SP

Rio Claro, 22 de fevereiro de 2018

DEDICATÓRIA

À minha saudosa mãe, que enquanto viveu me ensinou os verdadeiros princípios e valores da vida! Eu sinto muito a sua falta e sei que nos encontramos novamente. Eu te amo.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo agradeço a Deus! Sem Ele eu nem existiria e nada disso poderia ser sonhado e muito menos realizado. Obrigada meu Deus, por ser tão bom e generoso comigo.

À minha família, meu pai que mesmo não entendendo especificamente do meu projeto teve muita paciência e confiança em mim durante todo esse tempo. Minha tia que mesmo diante das dificuldades pessoais sempre admirou meus objetivos! À minha irmã que com sua paciência e otimismo nos momentos mais difíceis de nossas vidas, me incentivou e me ajudou a chegar até aqui. Ao meu cunhado, por toda a cumplicidade de anos que temos, obrigada pela parceria, pelo apoio em todos, absolutamente todos os momentos.

Ao Nathan, meu sobrinho e afilhado que me enche de incentivo e me faz querer ser uma pessoa melhor, você nem imagina como eu te amo meu pequeno.

Às minhas amigas Bruna Plassa, Priscila Bertassello, Carina Corbes, Letícia Rodrigues e Fabiana Chinen por todas as conversas, todos os incentivos, por serem minha família, por estarem comigo em todos os momentos, por me darem base, me darem apoio, eu amo vocês e realmente não imaginaria como seria a minha vida sem a presença de cada uma! Obrigada por existirem.

Aos meus companheiros de viagem durante as disciplinas, vocês fizeram esse processo ser mais leve, era muito bom sair da rotina e viajar com vocês! E nessas idas e vindas agradeço a Maria Carolina Barreto, por além de ter aberto as portas de sua casa para mim, se tornou uma pessoa extremamente especial, e eu sempre vou guardar com muito carinho todas as minhas estadias em Rio Claro.

Aos meus amigos do Libem - Laboratório de Investigação em Biocomunicação, Exercício Físico e Modulação Autonômica Cardíaca – Mariana, Pauline, Jéssica, Márcia, Glauco, Pedro e Eduardo, foi muito bom trabalhar com vocês e dividir muitas histórias, rimos

e trabalhamos juntos, sempre existiu toda uma cumplicidade e claro, sem vocês eu não seria capaz de ter feito esse trabalho, não seria mesmo. Obrigada por me ajudarem.

Ao meu amigo também do Libem, Cristiano! Sou muito grata por você existir em minha vida e ter ficado ao meu lado durante todo esse processo, você extrapolou o laboratório e me ensinou muito mais que conceitos e teorias, me ensinou lições para a vida! Às vezes me ensinava com paciência, às vezes até falava mais firme comigo, mas em todas elas o intuito era me ajudar a melhorar e, me ajudou! Aprendi muito com você Cris, obrigada por cada ensinamento.

Ao meu orientador, que iniciou todo esse processo e sonhou junto comigo. Você Robison, me ensinou muito mais do que como fazer pesquisa, você me ensinou valores de vida, é uma pessoa do bem, sou grata por todas as orientações, porém sou ainda mais grata por ter tido a oportunidade de conhecê-lo, isso me ajudou a ser uma pessoa melhor, a olhar o meu próximo com mais carinho e compaixão, você tem o dom de despertar sentimentos bons nas pessoas, eu te admiro muito por isso.

À Dona Cida e ao Seu Carlos, por sempre me apoiarem e me admirarem durante todo esse tempo de estudo, sempre me incentivavam e se mostravam felizes pelas minhas conquistas. Vocês são especiais para mim, muito obrigadas por tudo.

Ao John, meu ex-namorado que, embora nossas vidas tenham tomado rumos diferentes, foram mais de sete anos juntos e é inegável todo apoio que você me deu e todos os momentos que você compartilhou comigo e estive ao meu lado, obrigada por ter existido em minha vida, sou muito grata por isso.

Não seria fora de contexto agradecer até ao meu pequeno cachorrinho Simba! Que me dava apoio só por ficar ao meu lado durante as minhas horas de estudo, seu amor sem dúvida é um dos mais sinceros e puros que já conheci.

A algumas pessoas que passaram pela minha vida durante esse tempo, que não permaneceram porque talvez esse não fosse o objetivo, porém agradeço imensamente por terem se feito presente durante um tempo, sempre aprendemos e deixamos algo por onde passamos.

Agradeço também a uma pessoa que está entrando agora em minha vida e que está contribuindo de forma fundamental para a finalização desse projeto, o incentivo que você me dá é sensacional! Espero que eu possa compartilhar, além desse, muitos outros momentos da minha vida e que essa cumplicidade se estenda por muito tempo.

A todos os voluntários desse estudo que mais que ninguém, tiveram muita paciência e força de vontade, obrigada! Sem vocês eu não teria tido essa oportunidade.

Por fim, agradeço a vida que tenho, por me permitir sonhar e realizar.

“A ciência sem fé é loucura, e a fé sem ciência é fanatismo.”

Martinho Lutero

RESUMO

Introdução: Durante o exercício físico, os ramos simpático e parassimpático, por meio dos mecanismos centrais e periféricos, interagem entre si causando ajustes nas respostas da frequência cardíaca (FC) de acordo com a carga, os quais podem estar alterados na presença de Diabetes Mellitus tipo 2. Essas alterações também podem ocorrer durante o momento de recuperação pós exercício resistido. **Objetivo:** Investigar os ajustes autonômicos cardíacos durante exercício físico resistido dinâmico com diferentes níveis de estresse metabólico, abaixo e acima do limiar de anaerobiose. **Material e método:** A amostra foi composta por 14 indivíduos diabéticos e 10 indivíduos aparentemente saudáveis, de ambos os sexos com idade a partir 40 anos. Na condição de repouso a frequência cardíaca (FC) e os intervalos R-R (iRR) foram analisados no domínio do tempo, da frequência e pelo *plot de Poincaré*. O limiar de anaerobiose (LA) foi determinado durante o exercício de extensão de joelho (mesa romana) e aplicado dois testes: um com 10% abaixo e outro com 10% acima do LA, com duração de um minuto cada um, mantendo respiração espontânea e sem apneia. A FC e os iRR foram registrados continuamente durante 65s de repouso, durante a contração isotônica e 5 minutos de recuperação. A partir desses dados serão estudados os ajustes da FC e da sua variabilidade durante o esforço e também no período de recuperação. **Resultados e conclusão:** Os resultados do nosso estudo mostraram que houve alterações mais significativas do lactato mensurado pelo sangue a partir de 30% de 1RM para o GC bem como para o grupo DM2, este último com alterações mais expressivas quando comparado também com as cargas de 40 e 50% de 1RM. Quanto a VFC foi observado uma redução significativa em relação ao repouso nos índices RMSSD e SD1 do CG e nenhuma alteração significativa no grupo DM2, apresentando em ambos os grupos uma tendência de estabilização após 30% de 1RM e não sendo possível encontrar o LA, determinado pela VFC, nessa população em específico submetida a um protocolo incremental de exercício resistido de membros inferiores.

Palavras-Chave: Sistema Nervoso Autônomo; Variabilidade da Frequência Cardíaca, Diabetes Mellitus tipo 2; Limiar Anaeróbio; Exercício Resistido.

ABSTRACT

Introduction: During exercise, the branches sympathetic and parasympathetic, central and peripheral mechanisms interact inducing adjustments on of heart rate (HR) responses according to the intensity, which can be changed in the presence of type 2 diabetes mellitus. Those changes may occur during the time after resistance exercise recovery. **Objective:** To investigate cardiac autonomic adjustments during dynamic exercise with different levels of metabolic stress, below and above the anaerobic threshold, and in the recovery period in diabetics patients. **Methods:** The sample consisted by 14 diabetcs subjects and 10 apparently healthyof both sexes aged starting 40 years old. At rest HR and R-R intervals (R-Ri) wereanalyzed in the time and frequency domain and the Poincaré plot. The anaerobic threshold (AT) was determined during the performance of knee extension exercise in the Roman table and was applied two tests: one with 10 % below and the other 10 % above the AT, during one minute, keeping spontaneous breathing and no apnea. The HR and R-Riwere recorded continuously for 65 seconds at rest, during isotonic contraction and 5 minutes of recovery. From these data, were studied the adjustments of HR,their variability during exercise and also during the recovery period. **Results and conclusion:** The results of our study show that you have more than 30% of 1RM for the GC as well as for the DM2 group, the latter containing more expressive when compared also with as 40 and 50% loads of 1RM. What is a HRV was observed a significant reduction in relation to the rest in the RMSSD and SD1 indices of CG and soon without a GM2 group, showing in both groups a tendency of stabilization after 30% of 1RM and not being possible to find the LA, determined by HRV, in this specific population submitted to an incremental protocol of resisted lower limb exercise.

Keywords: Autonomic Modulation; Heart Rate Variability, Diabetes Mellitus type 2; Anaerobic Threshold; Resistance Exercise

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados demográficos, antropométricos e fisiológicos na condição de repouso.....	34
Tabela 2. Dados de prevalência dos fatores de risco e de medicamentos vigentes da amostra.....	35
Tabela 3. Dados da variabilidade da frequência cardíaca na condição de repouso.	36
Tabela 4. Comparação da média e desvio padrão do RMSSD no repouso (R) e nas cargas de 10 a 50% de 1 RM para Diabéticos (DM2) e controle não diabético.....	37
Tabela 5. Comparação da média e desvio padrão do SD1 no repouso (R) e nas cargas de 10 a 50% de 1 RM para Diabéticos (DM2) e controle não diabético.....	38
Tabela 6. Valores da média e desvio padrão do lactato sanguíneo em repouso e durante as cargas de 10 a 50% de 1RM para Diabéticos (DM2) e controle não diabético.....	39

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Imagem ilustrativa da realização protocolo experimental e da medida da PA. Fonte: arquivo pessoal do autor.....31
- Figura 2.** Ilustração da coleta sanguínea realizada no lobo da orelha. Fonte: arquivo pessoal do autor31
- Figura 3.** Dados expressos em média e desvio-padrão. Comportamento das variáveis durante o incremento percentual de carga de uma repetição máxima.40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	15
2. REVISÃO LITERÁRIA	15
2.1 Modulação autonômica, frequência cardíaca e variabilidade da frequência cardíaca	15
2.2 Ajustes da frequência cardíaca e da variabilidade da frequência cardíaca durante o exercício físico e sua recuperação em indivíduos diabéticos.....	16
2.3 Limiar de anaerobiose, variabilidade da frequência cardíaca e exercício resistido.....	18
3 OBJETIVOS	22
3.1 Geral.....	22
3.2 Específicos	22
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1 Amostra.....	23
4.2 Local	23
4.3 Aspectos Éticos	23
4.4 Critérios de seleção	24
4.5 Procedimentos do Estudo.....	24
4.6 Antropometria e Composição Corporal	25
4.7 Registro da FC e iRR e análise da modulação autonômica cardíaca em repouso.....	26
4.8 Teste de carga máxima e determinação do LA e da VFC.....	28
4.9 Testes com cargas abaixo e acima do LA	32
4.10 Análise dos dados	33
5. RESULTADOS	34
5.1 Amostra.....	34
5.2 Modulação autonômica em repouso	36
5.3 Modulação autonômica durante o exercício e valores de lactato sanguíneo	37
6. DISCUSSÃO	41
6.1 Principais achados.....	41
6.2 Amostra estudada.....	41
6.3 Resposta do lactato sanguíneo durante o ER	43
6.4 Respostas da Variabilidade da Frequência Cardíaca durante o ER	45
6.5 Determinação do LA pela VFC	46

6.6 Limitações do estudo	49
7. CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE 1	58
APÊNDICE 2	64
APÊNDICE 3	67
APÊNDICE 4	69

LISTA DE ABRAVIATURAS

ADA	American Diabetes Association
CC	Circunferência da cintura
DM	Diabetes <i>mellitus</i>
DM2	Diabetes <i>mellitus</i> tipo 2
DP	Desvio-padrão
ER	Exercício Resistido
FC	Frequência cardíaca
GC	Grupo Controle
GDM2	Grupo Diabetes Mellitus
HF	Alta frequência (High frequency)
IMC	Índice de massa Corporal
iRR	Intervalo RR
LA	Limiar de Anaerbiose
LF	Baixa frequência (Low frequency)
LF/HF	Razão LF/HF
NN50	Quantidade absoluta (contagem) de intervalos NN que diferem mais de 50ms em relação ao intervalo anterior
PA	Pressão arterial
pNN50	% dos iRR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms
RCQ	Relação Cintura Quadril
RMSSD	Raiz quadrada da média do quadrado das diferenças de iRR normais adjacentes
RR_trian	Índice Triangular
SD1	Dispersão dos pontos perpendiculares à linha de identidade
SNA	Sistema nervoso autônomo
SNC	Sistema nervoso central
SNP	Sistema nervoso parassimpático
SNS	Sistema nervoso simpático
Tinn	interpolação triangular de histograma de intervalos NN
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Aumentos graduais de glicose sanguínea em resposta ao declínio da secreção de insulina e diminuição do metabolismo hepático e muscular é um mecanismo para o desenvolvimento de diabetes. Se os níveis de glicose permanecem elevados geram danos às fibras nervosas periféricas, causando aumento na atividade simpática e diminuição vagal, fazendo com que haja um transporte deficiente de glicose do sangue para as células musculares. (KRAUS *et al*, 2002; MUST, 1999).

Por esses motivos, a regulação autonômica tem sido alvo de muitas investigações, através dos mais variados métodos (TULPPO *et al*, 2001; DIMITROPOULOS, TAHRANI & STEVENS, 2014), dentre os quais, destaca-se o estudo da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), método reprodutível, não invasivo e de baixo custo, que tem sido utilizado para quantificar a modulação do sistema nervoso autônomo e avaliar neuropatia autonômica cardíaca (TASK FORCE, 1996; VINIK, ZIEGLER, 2007).

Segundo os estudos de Ziegler *et al* (2005), cerca de 34,3% das pessoas com diabetes mellitus do tipo 2 (DM2) tiveram resultados anormais de VFC, sendo ainda mais reduzida quando estão presentes nefropatia e/ou retinopatia (WU *et al*, 2007). Um estudo com 154 diabéticos e 1779 não-diabéticos de ambos os sexos, referem que os primeiros têm atividade vagal prejudicada, mesmo depois dos ajustes para idade, etnia e gênero. E que os saudáveis apresentam relação inversa entre o componente de alta frequência (HF), insulina e glicose de jejum, sugerindo que a redução do tônus vagal pode estar envolvida na patogênese do diabetes (LIAO *et al*. 1995). A associação entre a redução da VFC e o diabetes permaneceu significativa mesmo depois dos ajustes para IMC, medicamentos e pressão arterial sanguínea (THAYER, YAMAMOTO, BROSSCHOT, 2010), aumentando o risco de desenvolver doenças cardiovasculares e de mortalidade (TSUJI *et al*, 1996).

Entretanto, nem sempre a disfunção autonômica pode ser identificada na condição de repouso, mas torna-se evidente durante ou após esforço físico (FIGUEROA *et al*, 2007), em virtude da necessidade de ajustes complexos e intensos mediados pelos sistemas simpático e parassimpático, os quais podem e devem ser investigados, tanto durante o esforço, quanto no período de recuperação, pois afetam a capacidade dos indivíduos diabéticos para as atividades físicas diárias e estão associadas ao aumento do risco relativo de infarto do miocárdio (WILLICH *et al.*, 1993) e morte súbita (SISCOVICK *et al*, 1984).

Dessa forma constata-se que o diabetes tem grande impacto sobre o sistema nervoso autônomo (SNA) e concorre para prejuízos à saúde e à capacidade de execução nas atividades de vida diária que envolvam esforço físico. Porém, grande parte das pesquisas envolvendo sistema autônomo e diabetes, são desenvolvidas na condição de repouso ou durante exercícios aeróbios, tendo poucos indicativos do comportamento da modulação autonômica da frequência cardíaca durante o exercício físico resistido, no que se refere à influência do nível de estresse metabólico. Portanto, o estudo da VFC em exercício resistido (ER) pode ser utilizado para verificar a integridade do sistema autonômico, e assim contribuir para a prescrição de intensidades mais seguras de treinamento.

Ademais, a análise da VFC é um processo seguro, útil, de baixo custo financeiro, não invasivo e muito acessível (SZTAJZEL, 2004; JERMENDY *et al*, 2003), que pode permitir identificar alterações importantes e complexas que se desenvolvem no decorrer do exercício físico e na sua recuperação, trazendo contribuições adicionais para a prevenção primária e secundária (LAHIRI, KANNANKERIL, GOLDBERGER, 2008), já que existe uma forte associação entre a atividade simpática elevada com um maior risco de eventos cardiovasculares (TSUJI *et al*, 1996), e conferindo maior segurança na prescrição de exercícios, já que esse tipo de treinamento, resistido, tem se mostrado eficaz na melhora das funções metabólicas, neuromuscular e cardiovascular dessa população (BARROS *et al*, 2004).

Diante do exposto o presente estudo pretende testar as seguintes hipóteses: a) nos 10s iniciais da contração muscular as respostas da FC serão menores naqueles com piores índices parassimpáticos de VFC; b) A partir dos 10s iniciais, as respostas da FC serão maiores, devido menor modulação parassimpática e maior simpática, tanto acima como abaixo do limiar de anaerobiose (LA).

2. REVISÃO LITERÁRIA

2.1 Modulação autonômica, frequência cardíaca e variabilidade da frequência cardíaca

Em condições normais, o SNA, através de mecanismos centrais e periféricos, desempenha um papel crítico ao mediar os ajustes do sistema cardiovascular para atender as demandas do músculo esquelético ativo.

O sistema nervoso parassimpático, através dos nervos vagos, levam os impulsos para os nódulos sinusal e atrioventricular (para os átrios e os ventrículos) o sistema nervoso simpático, por sua vez, por intermédio dos nervos simpáticos atua sobre todo o sistema circulatório. Ambos os impulsos sobre o nó sinusal ocorrem concomitantemente, sendo modulados pelos centros respiratório e vasomotor, e também pelas oscilações da pressão arterial (TASK FORCE, 1996). Este sistema tem influência tônica e reflexa sobre a pressão arterial, a resistência vascular periférica, o volume de ejeção e a frequência cardíaca (FC).

A frequência cardíaca (FC) é o número de batimentos por minuto e existem variações normais e esperadas nos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos devido às oscilações da atividade do SNA sobre o nódulo sinusal (BRITO-ZURITA *et al.*, 2003). Essas variações dependem dos ramos simpáticos e parassimpáticos e constituem o que é chamado de VFC (LONGO, FERREIRA, CORREIA, 1995).

A FC e a VFC são então moduladas pelas eferências simpáticas e parassimpáticas. Sendo a primeira responsável pelo aumento da FC, e a modulação parassimpática atuando em sua diminuição. O equilíbrio entre a atuação simpática e parassimpática sobre o nódulo sinusal leva a alterações da VFC, sendo que a prevalência da atividade simpática gera redução da VFC, e o predomínio da atuação vagal ocasiona níveis aumentados da VFC (TASK FORCE, 1996).

Em indivíduos diabéticos esse controle autonômico da FC está prejudicado e isso reduz a função parassimpática ou aumenta a atividade simpática favorecendo a propensão

para arritmias letais (TASK FORCE, 1996). Presume-se que nessa fase, muitos indivíduos irão apresentar alterações nos resultados de testes e características iniciais de envolvimento cardíaco dentro de cinco anos. A fase seguinte é caracterizada pela desnervação parassimpática e por uma compensação simpática, resultando em alterações sintomáticas no SNA, cujas manifestações clínicas tornam-se evidentes (DIMITROPOULOS, TAHRANI & STEVENS, 2014).

A diminuição da VFC prevê todas essas causas de mortalidade cardiovascular (GERRITSEN *et al* 2001; TSUJI *et al*, 1996) e de função autonômica prejudicada, que pode indicar um risco aumentado para desenvolver doenças cardiovasculares. Já pacientes com DM2 com baixa VFC, têm o dobro do risco de mortalidade em comparação com aqueles com VFC normal (GERRITSEN *et al* 2001).

2.2 Ajustes da frequência cardíaca e da variabilidade da frequência cardíaca durante o exercício físico e sua recuperação em indivíduos diabéticos

Nos dez segundos iniciais da contração muscular, observa-se a resposta inicial rápida da FC (MITCHELL 2012; QUITÉRIO *et al.*, 2011 QUITÉRIO *et al* 2007), atribuída à inibição da modulação vagal sobre o nódulo sinusal. Quanto mais rápida a aceleração da FC nessa fase, maior é a preservação do componente autonômico vagal.

À medida que o exercício prossegue ocorre retomada vagal e a inter-relação entre regulação simpática e vagal da FC durante o exercício é organizada de uma forma recíproca, ou seja, aumento da atividade simpática é acompanhado por diminuição da atividade vagal cardíaca (TAKAHASHI *et al.*, 2009; TULPPO *et al*, 1998). Assim, tem sido constatado que durante o exercício físico ocorre aumento da FC e diminuição da VFC, especialmente, dos índices relacionados à modulação parassimpática, à medida que aumenta a intensidade do esforço (TAKAHASHI *et al.*, 2009).

O aumento da atividade simpática em resposta ao aumento da intensidade do exercício estimula a produção das catecolaminas, resultando no aumento dos níveis de glicemia e conseqüentemente de lactato (CAVALCANTI *et al* 2010), cuja concentração sanguínea permanece estável até o limiar de anaerobiose (LA), momento em que a produção supera a capacidade de remoção do organismo (WASSERMAN *et al*, 1973). Durante o exercício resistido, este ponto ocorre geralmente em intensidades moderadas, aproximadamente 30% de 1 repetição máxima (1RM), tanto para indivíduos ativos, quanto para sedentários (OLIVERA, 2006). Esses achados têm contribuído para novas abordagens com fins prognóstico e/ou terapêutico com esse tipo de exercício.

A literatura refere que com o aumento da intensidade do exercício, ocorre diminuição da modulação vagal e incremento da atividade simpática, ou seja, diminuição da VFC, à medida que a intensidade do exercício aumenta, até atingir um platô que se relaciona ao limiar de lactato (BRUNETTO *et al.*, 2005; LIMA, KISS, 1999).

Entretanto, indivíduos diabéticos geralmente têm intolerância ao exercício físico, como resultado de respostas alteradas dos sistemas simpático e parassimpático (VINIK *et al*, 2003; KAHN, *et al* 1986; ROY *et al*, 1989) que normalmente aumentariam o débito cardíaco e resultaria em direcionamento do fluxo sanguíneo para os músculos esqueléticos de forma eficiente (VINIK *et al*, 2003). Em geral, tem sido demonstrado que para indivíduos diabéticos, o aumento da FC durante o exercício é reduzido e há uma redução também durante a recuperação (PETROFSKY *et al*, 2005).

Na recuperação após o exercício físico, nos 30s iniciais, ocorre a rápida reativação vagal (TULPPO *et al*, 2011; GOLDBERGER *et al*, 2006), o que foi demonstrado por um estudo que verificou que essa resposta é abolida completamente após a administração de atropina, tanto em indivíduos saudáveis, quanto em não saudáveis (IMAI *et al*, 1995). Ao contrário, o sistema nervoso simpático, parece ter mais tempo de latência para voltar à linha

de base após a interrupção do exercício, resultando em hiperatividade duradoura (TULPPO *et al*, 2011).

Em diabéticos, com e sem neuropatia autonômica cardíaca, a atenuação da reativação parassimpática durante o período de recuperação pode ser detectada antes mesmo de testes de reflexos autonômicos se tornarem anormais (BANTHIA *et al*, 2013), enfatizando a importância do teste de esforço em descobrir essas diferenças autonômicas e conferir informações prognósticas adicionais (NEVES *et al*, 2011; WATANABE *et al*, 2001). A redução na cardioproteção, conferida pela diminuição do tônus parassimpático, tem sido associada com a um mau prognóstico e ao aumento da mortalidade, independente da associação com neuropatia autonômica (SACRÉ *et al*, 2012; JOUVEN *et al* 2005).

2.3 Limiar de anaerobiose, variabilidade da frequência cardíaca e exercício resistido

O método considerado padrão-ouro para investigação do estresse metabólico durante o exercício (i.e. identificação do limiar de anaerobiose), e mesmo no período de recuperação, é a medida do lactato sanguíneo. Acerca do LA e exercício aeróbio já existe uma vasta literatura que contempla essa área e investiga seus efeitos agudos e crônicos(GUGLIELMO E DENADAI, 2001; COEN *et al*, 2001; BACON e KERN, 1999).

Em 2004, com Barros *et al*, iniciaram –se os estudos relacionados ao LA e exercício resistido em indivíduos saudáveis treinados e não treinados. Nesta pesquisa foi realizada a comparação entre valores relativos e absolutos do LA, em exercícios para membros superiores e membros inferiores. Os resultados encontrados sugeriram que os valores relativos de LA são semelhantes tanto no *legpress* quanto em exercícios para membros superiores.

Outra pesquisa envolvendo exercício resistido e LA foi realizado por Azevedo *et al* (2005), na qual a amostra foi composta por indivíduos jovens, saudáveis e treinados que

executaram 20 repetições dentro de 1 minuto, com uma repetição a cada 3 segundos e pausa de 2 minutos entre cada estágio. Esse protocolo foi realizado na mesa flexora e na rosca bíceps. O que se encontrou foi que, em valores relativos, o LA está a aproximadamente 28% de 1RM independente do exercício realizado e do grupo muscular envolvido a resposta metabólica foi semelhante.

Oliveira *et al* (2006) estudou o LA e o limiar glicêmico (LG) em jovens saudáveis e correlacionou com o ER realizado também em membros superiores e inferiores. Os resultados evidenciaram que ambos, LA e LG, puderam ser identificados durante o método de exercício incremental. Os limiares ocorreram nas intensidades entre 31% e 36% de 1RM. Em 2008 Moreira *et al* (2004) também estudou esses índices e constatou a presença de um limiar durante ER incremental, por meio da análise do comportamento do lactato e da glicose em sujeitos com DM2. O LA ocorreu em média a 31,0% 1RM e o de LG a 32,1%, ambos para o exercício de *legpress*.

O estudo de Rafo *et al* (2008) apresentou que o LA ocorreu a 40% de um 1RM durante a execução do supino reto em jovens treinados, já Nasser (2010) utilizando um protocolo incremental, também no supino reto, encontrou o LA em 29,9%.

Recentemente tem sido proposto a utilização dos índices de VFC (SIMÕES *et al* 2010, 2013; MOREIRA *et al* 2008; KARAPETIAN *et al*, 2008; TULPPO, 1996), que além de ser método seguro e avaliar a modulação autonômica da frequência cardíaca em situação de estresse físico, tem as vantagens de não ser invasivo, minimizar riscos à saúde e ter baixo custo, quando comparado aos métodos invasivos que envolvem coleta de sangue, medidas bioquímicas e uso de aparelhos de alto custo e difícil acesso (SALES *et al*, 2011) para o uso clínico.

Estudos (TULPPO *et al.*, 2011; NEVES *et al*, 2011; GOLDBERGER *et al.* 2006) têm demonstrado que os índices de VFC são adequados para o estudo da modulação autonômica

durante o exercício (TULPPO *et al*, 1996) e na fase de recuperação (TULPPO *et al.*, 2011), mesmo não se observando estacionaridade da FC nessas fases (TULPPO *et al*, 1996). Esses índices incluem o RMSSD, raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos R-R normais adjacentes (GAITAN-GONZALEZ *et al*, 2005) e o índice SD1, desvio-padrão de uma das diagonais do plot de Poincaré (TULPPO *et al*, 1996), ambos relacionados com a atividade parassimpática.

Durante o exercício ocorre redução progressiva da modulação desse ramo autonômico (TULPPO *et al*, 1996) e reativação no período de recuperação, que podem ser identificados em períodos de curta duração (GOLDBERGER *et al*. 2006). Partindo desse princípio, Sales *et al* (2011) encontraram altas correlações e boa concordância entre os métodos de identificação do LA pela dosagem do lactato sanguíneo e pelos índices autonômicos RMSSD e SD1.

Durante o ER há uma perda do estado estável da FC em função do aumento progressivo do esforço, favorecendo o aumento lento, progressivo e consequente alteração em sua variabilidade. A diminuição da VFC segundo estudo de Marães *et al* (2003) tem sido projetada como possível marcador de LA em indivíduos saudáveis. Valores mais baixos da VFC estão atribuídos a uma maior atividade simpática o que estimula a produção de catecolaminas e resulta na elevação glicêmica e lactato na corrente sanguínea (LIMA e KISS, 1999).

Machado-Vidotti *et al* (2014) estudou idosos saudáveis submetidos a testes de exaustão com ER, seus resultados demonstraram uma associação entre a mudança do padrão de resposta na modulação autonômica cardíaca, com depreciação do componente vagal, na carga de 30% de 1RM tanto em ER de membro superior quanto de membro inferior. Esta carga de trabalho segundo Sousa *et al* (2013) está próxima (27,9% de 1RM) ao LA em idosos.

O estudo recente de Simões *et al* (2013) envolvendo jovens e idosos saudáveis, relacionou os índices da VFC com as respostas do lactato sanguíneo durante protocolo de ER

e, concluiu que as respostas de VFC foram consistentes com as do lactato sanguíneo em relação à determinação do LA durante o ER *nolegpress*. Portanto constata-se que a VFC pode também ser considerada uma ferramenta útil na prática clínica para determinar a intensidade correspondente ao LA em ER tanto para indivíduos jovens quanto para idosos (Simões, 2013).

Sales *et al* (2011) em seu estudo com diabéticos tipo II, durante exercício incremental em cicloergômetro, correlacionou o limiar da VFC, a partir dos ajustes dos índices RMSSD e SD1, o LA e limiar ventilatório. Seus resultados elucidaram correlações significativas entre o LA e o limiar de VFC e limiar ventilatório. Entretanto este estudo não foi realizado com protocolo de ER, o que demonstra que há uma escassez na literatura quando relaciona-se LA, VFC e ER em indivíduos diabéticos.

Ademais, a presença de fatores de risco para doença cardiovascular como obesidade, hipertensão e diabetes podem influenciar nas intensidades absolutas e relativas de ocorrência do LA (MATTERN *et al.*, 2003). Assim os ajustes metabólicos, cardiovasculares e respiratórios envolvidos no processo do LA podem apresentar alterações em seus padrões de resposta em níveis mais baixos de esforço em decorrência da saúde fragilizada (PASCHOAL & FONTANA, 2011).

Todavia, atualmente são poucos os estudos que relacionam a resposta autonômica, através dos índices parassimpáticos, e a dinâmica metabólica do lactato sanguíneo durante a realização de ER em portadores de Diabetes Mellitus e, visto que os diabéticos, como já descrito, podem ter as respostas da função autonômica alteradas, se faz relevante estudar essa população para verificar, através do método proposto, uma correlação entre LA, VFC e a ocorrência de DM uma vez que situações de vida diária que exigem atividade muscular com componente de força, muitas vezes repetidas por tempo considerável, torna-se crítico para pessoas com alterações metabólicas sustentá-las (AACVPR, 2013), o que justifica a

importância de conhecermos as repercussões desse esforço sobre o sistema cardiovascular para minimizar os riscos.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Comparar o método de determinação do LA pela dosagem do lactato sanguíneo e índices de VFC, RMSSD e SD1, em indivíduos com DM2.

3.2 Específicos

O presente estudo se propôs a investigar, especificamente:

a) o efeito de diferentes intensidades do ER sobre a FC e os índices de VFC durante o esforço; b) se os índices de VFC RMSSD e SD1 de repouso estão associados como os respectivos índices durante o exercício e os ajustes da FC; c) se os índices de VFC RMSSD e SD1 durante o exercício estão associados com o lactato sanguíneo na respectiva intensidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Amostra

Para os cálculos do tamanho da amostra foi realizado o estudo piloto com 8 elementos amostrais tomando como referencia a diferença entre os momentos de repouso e exercício para os valores de RMSSD. Foi observada uma diferença média entre os momentos exercício e repouso de 5,65ms e desvio padrão de 3,34ms. Considerando um erro do tipo I de 1% (0,01) e um poder de 90% foi estimada uma amostra de 8 elementos amostrais. Considerando uma possível perda amostral de até 30% foi considerada uma amostra de 11 elementos amostrais.

Os cálculos do tamanho amostral foram realizados no Software Primer of Biostatistics version 7 (Glantz, 2011).

A amostra constou de 14 indivíduos diabéticos, constituindo o grupo DM2 e 10 indivíduos aparentemente saudáveis constituindo o grupo controle (GC).

4.2 Local

A pesquisa aconteceu nas dependências do Centro de Estudos em Educação e Saúde (CEES) da Universidade Estadual Paulista – UNESP em Marília – SP.

4.3 Aspectos Éticos

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo seres Humanos, de acordo com a Resolução 466/2012 e suas Complementares do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado (parecer nº 083602/2016).

Todos os voluntários foram informados sobre os procedimentos experimentais, bem como do fato desses não afetarem sua saúde. Foram esclarecidos também quanto ao sigilo das

informações e das suas identidades. Após terem lido e concordado, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

4.4 Critérios de seleção

Foram incluídos indivíduos com glicemia de jejum ≥ 100 mg/dL (pré-diabéticos) e ≥ 110 mg/dL (diabéticos) (*American Diabetes Association*, 2011) e com medicação otimizada. Não foram incluídos aqueles com: diagnóstico de diabetes antes dos 30 anos ou gestacional; doenças cardíacas, pulmonares e neurológicas; anemia; marcapasso; tabagistas; consumam 30g/dia ou mais de álcool; limitações motoras que comprometam a execução dos testes físicos; grávidas; praticantes de ER nos últimos 6 meses; irregularidade menstrual.

4.5 Procedimentos do Estudo

Foram coletadas amostras de sangue após 12 horas de jejum e analisados a glicemia, triglicérides (TG), colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidade colesterol (HDL-C), a lipoproteína de baixa densidade colesterol (LDL-C), além disso foram investigadas medicações em uso.

Os experimentos foram realizados no mesmo período do dia, para padronizar as influências das variações circadianas sobre o organismo (BILAN et al 2005). Os voluntários usaram roupas confortáveis na véspera e no dia dos testes, foram orientados a não ingerirem bebidas alcoólicas e/ou estimulantes (chá, café, achocolatados e outros), não realizaram atividades físicas extenuantes e fizeram uma refeição leve pelo menos 2 horas antes dos testes. No dia da realização dos testes, as condições relacionadas ao estado de saúde do voluntário foram observadas, para verificar a ocorrência de uma noite de sono regular e para confirmar se as variáveis FC e PA estivessem dentro dos limites de normalidade. Para reduzir a ansiedade e expectativa por parte dos voluntários, foram feitos procedimentos de

familiarização dos mesmos com o protocolo de teste, com o grupo técnico de pesquisadores e com equipamentos. A sala experimental foi monitorada e mantida com temperatura de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa do ar em $50\pm 10\%$.

Após a entrevista (dados pessoais e questionário do nível de atividade física) ocorreram os testes pilotos com os participantes para que os mesmos entendessem a rotina da coleta de dados familiarizando previamente com o ambiente e os recursos utilizados.

O protocolo para a coleta dos dados foi aplicado em 3 dias com intervalo entre as mesmas de 48 a 72 horas. A seguir a descrição sucinta de cada avaliação:

Dia 1: Medida da pressão arterial, antropometria, registro da FC e dos intervalos RR na condição de repouso e familiarização para os testes componentes da avaliação autonômica cardíaca.

Dia 2: Coleta dos dados de FC e dos intervalos iRR. E ainda neste dia o participante receberá as instruções e será submetido a familiarização do teste de carga máxima (1RM). A carga máxima obtida nesta familiarização foi a referência para o teste definitivo para determinação da 1RM.

Dia 3: Teste de carga máxima (1RM): o voluntário realizou o teste de 1 RM (descrito posteriormente em detalhes). Após um repouso de 30 minutos o voluntário foi submetido a avaliação dos limiares de lactato sanguíneo (descrito posteriormente em detalhes) e da VFC. As cargas submáximas avaliadas corresponderam à 10, 20, 30, 40 e 50% da RM obtida.

4.6 Antropometria e Composição Corporal

As medidas antropométricas foram realizadas com os pés descalços, os homens trajando shorts e as mulheres shorts e “top”. Foram respeitadas as seguintes condições para as avaliações de percentual de gordura e composição corporal: intervalo mínimo de três horas após acordar; não ter consumido álcool nas últimas 24h; não ter praticado exercícios físicos;

não ter ingerido alimentos ou cafeína nas últimas 4h; ter ingerido de 2 a 4 copos de água nas últimas 2h antes do teste. A massa corporal foi medida utilizando-se de uma balança antropométrica (Welmy, São Paulo, Brasil), a qual possui classe 3 de exatidão. Para a verificação da estatura foi utilizado um estadiômetro e os participantes estavam descalços e com a cabeça em posição ortostática. A partir desses dados foi calculado o Índice de Massa Corpórea (IMC) através da fórmula: massa corporal (kg)/altura² (m) (WHO, 2000). As medidas da circunferência da cintura e do quadril foram realizadas com o indivíduo em pé com abdômen relaxado e os braços descontraídos ao lado do corpo. Foi utilizado uma fita métrica com precisão de 1 mm que e foi colocada horizontalmente sobre a pele, posicionada na metade da distância entre as últimas costelas e a crista ilíaca, para a medida da circunferência da cintura, e na região de maior protuberância das nádegas para a medida da circunferência do quadril (TAYLOR *et al* 2000). A partir dessas medidas foi calculada a razão entre elas para obtenção da relação cintura quadril.

Foi utilizado um analisador de composição corporal por bioimpedância. (Biodynamics, 450 classe I TBW, São Paulo, Brasil) O voluntário permaneceu na maca em decúbito dorsal e os eletrodos foram posicionados da seguinte forma: no pé direito, eletrodo distal na base do dedo médio e o proximal entre os maléolos medial e lateral; na mão direita, eletrodo distal na base do dedo médio e o eletrodo proximal coincidindo com o processo estilóide e foi analisado o percentual de gordura.

4.7 Registro da FC e iRR e análise da modulação autonômica cardíaca em repouso

A FC e os intervalos R-R instantâneos foram gravados durante o protocolo utilizado-se um sistema digital de telemetria validado previamente (LOIMAALA *et al*,1999; GAMELIN, BERTHOIN, BOSQUET, 2006), que consiste de um transmissor posicionado na altura do

processo xifóide e um monitor/receptor (Polar RS800CX, Polar ElectroOy, Kempele, Finland). O sistema detecta a despolarização ventricular, que corresponde à onda R do eletrocardiograma, com frequência amostral de 500 Hz e resolução temporal de um milissegundo (RUHA *et al*, 1997). Inicialmente o sujeito permaneceu sentado em repouso, com o mínimo de movimentos e sem conversar, até que as variáveis fisiológicas se estabilizassem. Na sequência foram feitos os registros durante 20 minutos em respiração espontânea em decúbito dorsal.

Os dados foram transmitidos para um computador utilizando-se o *software Polar PrecisionPerformance* (versão 3.02.007) e convertidos em arquivos de texto que foram analisados somente as séries com mais de 95 % de batimentos sinusais e foram selecionados 256 pontos mais estáveis (*Software Kubios HRV, versão 2.0, University of Kuopio, Finland*).

No domínio do tempo foram feitos os seguintes cálculos estatísticos: média e desvio padrão dos valores instantâneos de FC em batimentos por minuto (bpm); média e desvio padrão dos intervalos R-R (iRR e SDNN) em milissegundos (ms); raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre os intervalos normais sucessivos (RMSSD), expresso em ms; e a porcentagem dos iRR adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms (pNN50). Os dois últimos índices são representativos da modulação parassimpática (TASK FORCE, 1996; RAJENDRA *et al*, 2006; VANDERLEI *et al*, 2009).

Para a análise no domínio da frequência foram aplicados o método de interpolação *splines* cúbicas com frequência de 4 Hz e calculada a densidade de potência espectral do trecho mais estável através da Transformada Rápida de Fourier (TRF) que decompõe o sinal nas seguintes bandas: alta frequência (AF – 0,15 a 0,4Hz) que corresponde a modulação respiratória e do nervo vago (parassimpático) sobre o coração; baixa frequência (BF – 0,04 a 0,15Hz) que representa modulação simpática e parassimpática, porém com o predomínio da simpática; e a razão BF/AF que representa o balanço simpátovagal (TASK FORCE, 1996;

RAJENDRA *et al*, 2006; VANDERLEI *et al*, 2009). Os dados de BF foram apresentados em valores absolutos (ms^2) e os de AF em unidades normalizadas (un). Os dados normalizados foram calculados dividindo-se a densidade espectral de potência de uma dada banda (i.e. AF) pela potência total, subtraindo a banda de muito baixa frequência e multiplicando por 100 (MALLIANI, 1999).

A análise não-linear foi obtida pelo *plot de Poincaré*, que é um mapa de pontos em coordenadas cartesianas, onde cada ponto é representado, no eixo horizontal X (abscissa), pelo intervalo R-R normal precedente e, no eixo vertical Y (ordenada), pelo intervalo R-R seguinte. O desvio padrão dos pontos perpendiculares e ao longo da linha de identidade dão origem aos índices SD1 e SD2, respectivamente. O índice SD1 mede o desvio-padrão das distâncias dos pontos à diagonal $y = x$, está relacionado com variabilidade em curto prazo, é influenciado pela arritmia sinusal respiratória e representa a atividade parassimpática. O SD2 mede o desvio-padrão das distâncias dos pontos à reta $y = -x + RRm$, onde RRm é a média dos intervalos R-R, com variabilidade a longo prazo e reflete a variabilidade global. A relação de ambos (SD1/SD2) mostra a razão entre as variações curta e longa dos intervalos R-R (RAJENDRA *et al*, 2006).

4.8 Teste de carga máxima e determinação do LA e da VFC

Previamente foi realizado um aquecimento da seguinte maneira: a) 5 minutos de exercício cardiorespiratório em cicloergômetro com intensidade de 50% da FC de reserva $[(220 - \text{idade} - \text{FCrepouso}) \times 0,5] + \text{FCrepouso}$]; b) 2 séries de 15 segundos de alongamento para cada um dos grupos musculares a serem testados. c) 10 repetições do exercício com o peso do aparelho, sem o acréscimo de carga. Os testes para determinação da RM foram iniciados cinco minutos após o aquecimento.

Na sequência foi realizado um teste de carga máxima (1-RM) de extensão de joelho (mesa romana) onde o voluntário permaneceu sentado como quadril e joelho em 90° de flexão, com as costas apoiadas no encosto da máquina, almofadas de espuma do braço de alavanca apoiada na parte anterior das pernas, dois centímetros acima dos maléolos laterais dos tornozelos. Para a determinação da carga máxima o peso obtido na familiarização do teste foi o inicial. A resistência foi aumentada progressivamente a cada 5kg até que o voluntário não conseguiu mais completar a tentativa subsequente, e quando isso ocorreu, foi subtraído 50% da carga acrescida na última tentativa. Foram realizadas, no máximo, cinco tentativas, com intervalos recuperativos de três minutos entre as tentativas, caso não fosse possível constatar a carga máxima para uma repetição nas cinco tentativas, o indivíduo deveria voltar após 48 horas para realizar o teste novamente (ACSM, 2010; FLECK, KRAEMER, 2006).

O teste para determinação do LA foi realizado após trinta minutos da determinação da carga de 1RM. Os indivíduos realizaram 20 repetições durante um minuto com 10, 20, 30, 40 e 50% da carga obtida no teste de 1RM com intervalo de recuperação de 3 minutos entre elas. Logo após a finalização de cada carga submáxima, no primeiro minuto, foi feita assepsia com álcool no lobo da orelha e, utilizando-se de lanceta e luvas de procedimentos descartáveis, foi desprezada a primeira gota de sangue e quantificado (mMol.L) do lactato utilizando-se um analisador (*Accutrend Plus – Roche, USA*). O objeto de estudo com este procedimento é a observar a perda da linearidade com um aumento abrupto e exponencial da curva da lactatemia, o qual será considerado como sendo o LA (BARROS *et al*, 2004).

Durante toda a realização dos testes com exercício os dados dos iRR (ms) e da FC (bpm) foram coletados de forma contínua batimento a batimento. Para a determinação do limiar da VFC foram utilizados os índices SD1, quando a intensidade em que ocorreu a menor diferença entre dois estágios consecutivos foi determinado o limiar de VFC-SD1

(MOUROUT *et al*, 2004) e o RMSSD quando este apresentar estabilidade entre duas fases consecutivas (SIMÕES *et al*, 2010).

Os dados referentes à PA foram obtidos utilizando-se o método auscultatório por meio de um estetoscópio e esfigmomanômetro de acordo com as recomendações da VI Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (SBC, 2010).



Figura 1. Imagem ilustrativa da realização protocolo experimental e da medida da PA.
Fonte: arquivo pessoal do autor.



Figura 2. Ilustração da coleta sanguínea realizada no lobo da orelha. **Fonte:** arquivo pessoal do autor.

4.9 Testes com cargas abaixo e acima do LA

Após o aquecimento, como descrito anteriormente, os indivíduos permaneceram em repouso na postura do teste até que a FC se estabilizasse e realizaram dois testes de contração voluntária, com 10% abaixo e acima do LA, com duração de um minuto cada um, mantendo respiração espontânea e sem apneia.

Os equipamentos e métodos de coleta dos intervalos R-R e medida da pressão arterial foram como descritos anteriormente. Entretanto, foram analisados os seguintes momentos: uma medida no repouso pré-teste; uma medida nos 30s finais do exercício; uma medida no 1º, 2º e 3º minuto do período de recuperação.

Foram obtidos os seguintes dados de frequência cardíaca: a) FC de repouso: média da FC obtida nos 30 s de repouso do respectivo teste; b) Variação da FC repouso/exercício: diferença entre FC repouso e FC instantânea obtida aos 10s, 20s, 30s, 40 e 60s do exercício; c) Percentual da FC de reserva (FC máxima estimada para idade - FC repouso), atingido durante os testes resistidos; d) Variação da FC exercício/recuperação: diferença entre o maior valor de FC no final do exercício e a instantânea obtida aos 60s, 120s e 180s do período de recuperação.

Foram obtidos os seguintes dados de VFC: a) Índice SD1 e RMSSD: últimos 30s de repouso pré-esforço; últimos 30s do exercício; trechos 30-60s, 90-120s e 150-180s do período de recuperação; b) Ajustes dos índices SD1 e RMSSD repouso-exercício: diferença entre os respectivos dados obtidos durante o exercício e o repouso; c) Ajustes dos índices SD1 e RMSSD exercício-recuperação: diferença entre os respectivos dados obtidos durante o exercício e a recuperação.

4.10 Análise dos dados

As variáveis estão descritas pela distribuição de frequência absoluta (f) e relativa (%) para as variáveis qualitativas, e pela média, desvio-padrão e desvio padrão (IC 95%) para as variáveis quantitativas. As variações estão descritas pelo delta variação (Δ) que corresponde à diferença entre os momentos de medida. A distribuição de normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk com correção de Liliefors. Para analisar a correlação entre perfil lipídico, FC e VFC foi realizado o teste de Pearson. Para comparar os valores de FC, RMSSD, SD1 e perfil lipídico quanto a presença de morbidade foi realizado o teste t para amostra independentes. Foi realizada uma Anova de Medidas Repetidas para analisar o efeito do grupo (diabético e controle), do momento (repouso, sobrecarga e recuperação) e a interação. O teste de Levene foi utilizado para testar a homogeneidade das variâncias. O teste M de Box foi utilizado para verificar se as matrizes de covariâncias das variáveis dependentes observadas são iguais para os dois grupos e o Teste de Mauchly's foi utilizado para testar a hipótese de esfericidade. No caso de rejeição da hipótese de esfericidade, as análises serão baseadas no teste multivariado de Greenhouse-Geisser. Quando o efeito de interação foi significativo será realizado o teste de comparação múltipla de Bonferroni para localizar as diferenças. As comparações dentro dos grupos foram complementadas pela análise dos intervalos de confiança de 95% (IC95%). O nível de confiança adotado foi de 5%. Os dados foram analisados no software SPSS versão 24.0 para Windows.

5. RESULTADOS

5.1 Amostra

Foram triados 114 indivíduos, destes 98 não foram incluídos e 16 foram excluídos do estudo de acordo com os nossos critérios anteriormente mencionados.

Os dados demográficos, antropométricos e fisiológicos de repouso dos indivíduos são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Dados demográficos, antropométricos e fisiológicos na condição de repouso.

Variáveis	DM2	GC
Idade (anos)	61,08±9,18	56,57±7,74
Massa Corporal (Kg)	71,62±13,66	69,60±8,65
Estatura (m)	1,60±0,07	1,60±0,08
Índice de Massa Corporal	27,97±4,47	27,31±2,67
Circunferência de Cintura (cm)	92,68±16,34	94,31±7,39
Relação Cintura/Quadril	0,95±0,11	0,91±0,07
Percentual de Gordura	32,66±4,80	35,48±6,90
Pressão Arterial Sistólica (mmHg)	129,92±13,59	113,71±9,76
Pressão Arterial Diastólica (mmHg)	79,85±9,65	77,43±11,53

Nota: Kg = quilogramas; m = metros; Kg/m² = quilogramas por metros ao quadrado; cm = centímetros; mmHg = milímetros de mercúrio.

Os dados de prevalência dos fatores de risco e de medicamentos vigentes da amostra são apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Dados de prevalência dos fatores de risco e de medicamentos vigentes da amostra.

Variáveis	Prevalência Absoluta (%)	
	DM2 (n14)	GC (n10)
Fatores de risco (%)		
Dislipidemia	7 (50%)	2 (20%)
RCQ aumentada	12(85,7%)	10 (100%)
CC aumentada	11(78,5%)	10 (100%)
Hipertensão arterial sistêmica	11(78,5%)	0 (0 %)
Diabetes	14 (100%)	0 (0%)
Obesidade (IMC)	5 (35,7%)	2 (20%)
Classes de medicamentos vigentes (%)		
Hipocolesterolêmico	2 (14,2%)	0 (0%)
Bloqueador Plaquetário	4 (28,5%)	0 (0%)
Betabloqueador	2 (14,2%)	0 (0%)
Hipoglicemiantes	12 85,7%)	0 (0%)
Diuréticos	3 (21,4%)	0 (0%)
Bloqueador de Canal de Cálcio	3 (21,4%)	0 (0%)
Inibidor da enzima conversora de angiotensina	7 (50%)	0 (0%)
Inibidor seletivo de recaptção de serotonina	2 (14,2%)	1 (10%)
Antiácido	0 (0%)	1 (10%)
Reposição Hormonal	1 (7,1%)	1 (10%)

Nota: RCQ = Relação Cintura/Quadril; CC = Circunferência de Cintura; IMC = índice de massa corporal.

5.2 Modulação autonômica em repouso

Os dados VFC na condição de repouso são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Dados da variabilidade da frequência cardíaca na condição de repouso.

	GC (n10)		DM2 (n14)		p-valor
	Média	DP	Média	DP	
SDT_RR	24,15	8,17	20,63	7,81	0,297
MeanHR	71,04	6,01	74,78	8,87	0,261
RMSSD	17,62	8,47	14,49	5,90	0,296
NN50	5,30	10,04	1,29	2,23	0,244
Pnn50	2,08	3,92	0,51	0,87	0,242
RR_trian	6,62	2,02	5,53	1,58	0,152
Tinn	112,00	44,55	91,07	45,54	0,275
LF_ms	227,80	194,17	113,64	100,19	0,072
LF_nu	59,45	16,07	49,68	20,57	0,224
HF_ms	158,50	147,45	113,36	114,71	0,408
HF_nu	40,53	16,06	50,26	20,59	0,226
LF_HF	2,04	1,77	1,37	1,05	0,256
SD1	12,48	6,00	9,47	4,89	0,189

Nota: * $p \leq 0,05$ diferença significativa entre os grupos para o teste t independente; ** $p \leq 0,05$ diferença significativa entre os grupos para o teste de Mann-Whitney.

5.3 Modulação autonômica durante o exercício e valores de lactato sanguíneo

Tabela 4. Comparação da média e desvio padrão do RMSSD no repouso (R) e nas cargas de 10 a 50% de 1 RM para Diabéticos (DM2) e controle não diabético.

	GC (n10)		DM2 (n14)		Anova (p-valor)		
	Média	DP	Média	DP	Grupo	Tempo	Interação
RMSSD_Rep10	16,6	7,6	14,3	7,3			
RMSSD_10	11,6 ^r	6,1	12,6	7,2			
RMSSD_20	9,9 ^r	5,5	12,9	6,3	0,444	0,002*	0,109
RMSSD_30	10,6	7,4	11,8	6,1			
RMSSD_40	10,5	7,2	11,2	5,7			
RMSSD_50	9,3	7,3	10,5	5,2			

Nota: * $p \leq 0,05$ efeito significativo do grupo; ^r diferença significativa dentro do grupo em relação ao repouso pelo teste Post-Hoc de Bonferroni.

Tabela 5. Comparação da média e desvio padrão do SD1 no repouso (R) e nas cargas de 10 a 50% de 1 RM para Diabéticos (DM2) e controle não diabético

	GC (n10)		DM2 (n14)		Anova (p-valor)		
	Média	DP	Média	DP	Grupo	Tempo	Interação
SD1_Rep10	12,6	5,7	9,5	5,0			
SD1_10	8,4 ^r	4,4	8,9	4,9			
SD1_20	7,1 ^r	4,0	9,1	4,3	0,853	0,029*	0,049**
SD1_30	7,6 ^r	5,3	8,3	4,3			
SD1_40	7,3	5,3	8,1	3,9			
SD1_50	6,7	5,1	7,7	3,6			

Nota: * $p \leq 0,05$ efeito significativo do grupo; ** $p \leq 0,05$ efeito significativo do tempo; ^c diferença significativa dentro do grupo em relação a carga pelo teste Post-Hoc de Bonferroni; ^r diferença significativa dentro do grupo em relação ao repouso pelo teste Post-Hoc de Bonferroni.

Tabela 6. Valores da média e desvio padrão do lactato sanguíneo em repouso e durante as cargas de 10 a 50% de 1RM para Diabéticos (DM2) e controle não diabético.

	GC (n10)		DM2 (n14)		Anova (p-valor)		
	Média	DP	Média	DP	Grupo	Tempo	Interação
La_REP	2,3	0,9	2,6	0,6			
La_10	2,1 ^c	0,4	3,0 ^{†r,c,d}	0,6			
La_20	2,2 ^c	0,6	3,4 ^{†r,c,d}	1,3	0,018*	0,0001*	0,716
La_30	2,7 ^c	0,9	3,8 ^{†r,c,d}	1,1			
La_40	3,5	1,7	5,0 ^r	1,7			
La_50	4,2	1,8	5,6 ^r	2,1			

Nota: * $p \leq 0,05$ efeito significativo do grupo; ^c diferença significativa dentro do grupo em relação a carga de 50% pelo teste Post-Hoc de Bonferroni; ^d diferença significativa dentro do grupo em relação a carga de 40% pelo teste Post-Hoc de Bonferroni; ^r diferença significativa dentro do grupo em relação ao repouso pelo teste Post-Hoc de Bonferroni. [†] diferença significativa em relação ao grupo Controle pelo teste Post-Hoc de Bonferroni.

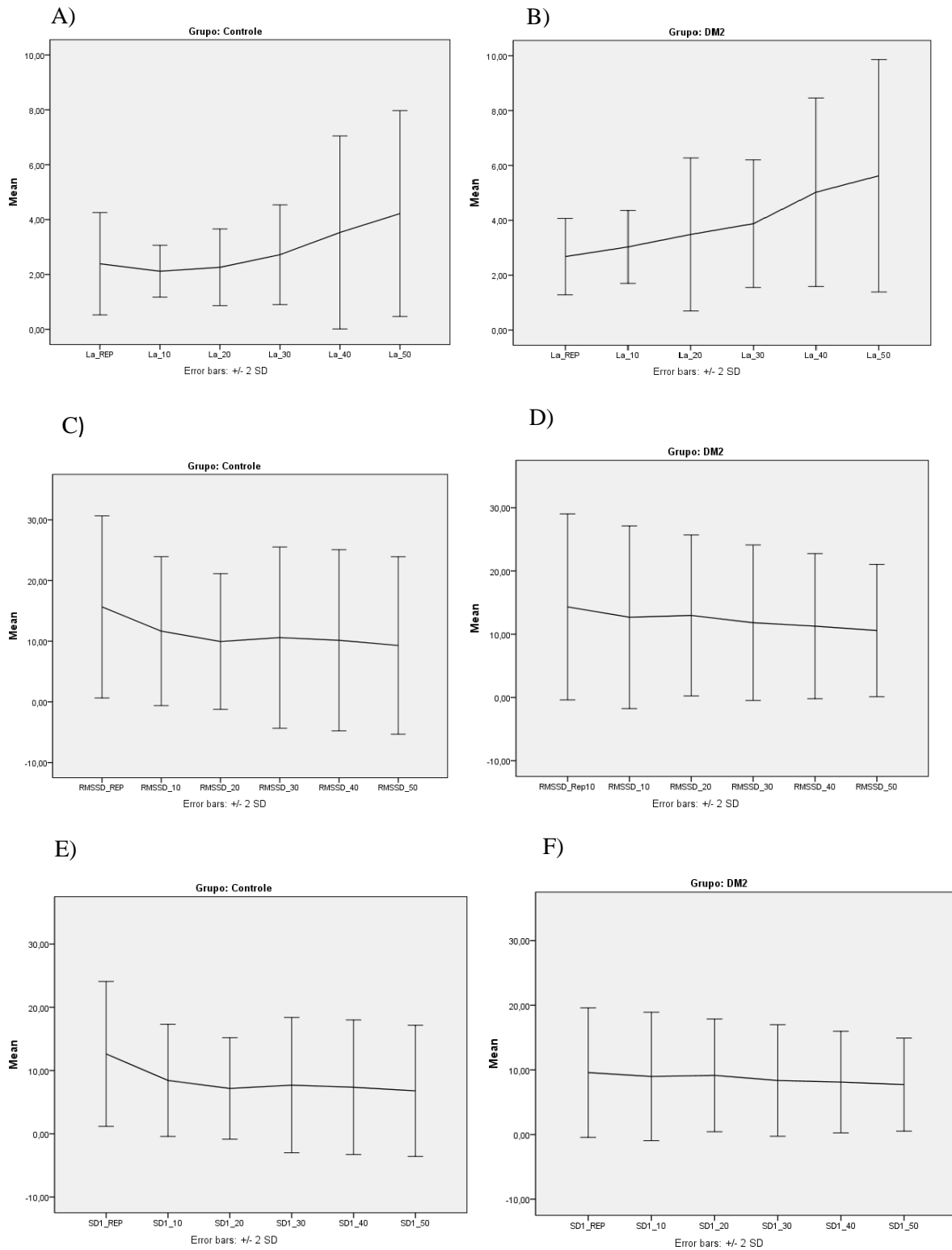


Figura 3. Dados expressos em média e desvio-padrão. Comportamento das variáveis durante o incremento percentual de carga de uma repetição máxima. Os gráficos A e B representam respectivamente os valores de lactato do GC e do GDM2 em repouso e durante as cargas submáximas de 10% à 50%. Os gráficos C e D representam respectivamente os valores do índice RMSSD do GC e do grupo DM2 em repouso e durante as cargas submáximas de 10 à 50%. Os gráficos E e F representam respectivamente os valores do índice de SD1 do GC e do GDM2 em repouso e durante as cargas submáximas de 10 à 50%.

6. DISCUSSÃO

6.1 Principais achados

O presente estudo se propôs a analisar o comportamento da modulação autonômica da frequência cardíaca durante o exercício resistido em uma população diabética e investigar se há concordância entre o método de determinação do limiar de anaerobiose pela dosagem do lactato sanguíneo e os índices de variabilidade da frequência cardíaca.

Os principais achados do nosso estudo mostraram que houve alterações mais significativas do lactato mensurado pelo sangue a partir de 30% de 1RM para o GC bem como para o grupo DM2, este último com alterações mais expressivas quando comparado também com as cargas de 40 e 50% de 1RM.

Quanto a VFC foi observado uma redução significativa em relação ao repouso nos índices RMSSD e SD1 do CG e nenhuma alteração significativa no grupo DM2, apresentando em ambos os grupos uma tendência de estabilização após 30% de 1RM e não sendo possível encontrar o LA, determinado pela VFC, nessa população em específico submetida a um protocolo incremental de exercício resistido de membros inferiores.

6.2 Amostra estudada

Fatores como idade, gênero, características antropométricas, condicionamento físico e fatores ligados às condições ambientais influenciam nas respostas fisiológicas tanto em repouso como durante o exercício físico (GALLO JR et al., 1995; BARBOSA, BARBOSA FILHO, DE SA, 1996; RIBEIRO et al., 2000; CATAI et al., 2002), por esse motivo procurou-se manter a padronização e a homogeneidade da amostra neste estudo, como apresentado na tabela 1.

Visto que o GC foi composto por voluntários aparentemente saudáveis eles apresentaram fatores de risco associados como RCQ e CC aumentada em 100% da amostra; dislipidemia e obesidade (IMC) em 20%. Já no grupo DM a RCQ foi recorrente em 85,7% da amostra, a CC aumentada e HAS em 78,5%, dislipidemia em 50% da amostra e 35,7% apresentaram obesidade (IMC). Os dois grupos apresentaram indivíduos com RQC aumentada e obesidade, Hawley e Hourmand (2004) afirmam que 50 a 80% dos diabéticos tipo 2 são obesos e ainda que essa patologia é uma das maiores complicações endócrinas dos últimos tempos.

Em relação aos fármacos vigentes, é sabido que os mesmos influenciam nas variáveis cardiovasculares e metabólicas e podem alterar a modulação autonômica cardíaca (ALBANESI FILHO, 1998), o GC apresenta pequena incidência de medicamentos na amostra o que, por sua vez, não é capaz de influenciar nos resultados do presente estudo. Já no grupo DM2, há uma maior variedade de medicamentos vigentes na amostra, visto que esses indivíduos são portadores de fatores de risco para doença cardiovasculares, porém o estudo de cada um deles e suas implicações na VFC não foi o objetivo dessa pesquisa.

Como apresentado na tabela 3, os índices de VFC em repouso mostraram-se reduzidos em ambos os grupos. No estudo de Stein et al (1997) , homens idosos e saudáveis apresentaram RMSSD de 22ms e no estudo de Novais (2006) a amostra saudável apresentou 22,7ms, nossa amostra apresentou valores um pouco abaixo desses (17,6), porém deve-se levar em consideração a idade mais avançada de nossa amostra bem como o sedentarismo dos indivíduos desse grupo. No grupo DM2 os valores de RMSSD mostraram-se reduzidos como já esperado, devido às alterações da própria patologia somadas também a não prática de atividade física.

6.3 Resposta do lactato sanguíneo durante o ER

Foi encontrado em nosso estudo que em média o lactato sanguíneo, no grupo controle, manteve uma estabilidade até a carga de 30%, sendo as cargas de 10, 20 e 30% significativamente diferentes de 50% de 1RM. Isso demonstra uma resposta fisiológica ocorrida neste grupo no qual pode ser explicada de acordo com Pretrofsky et al (1981) que expõe em seu estudo que o aumento da pressão intramuscular, juntamente com o aumento da tensão do músculo leva ao colapamento dos capilares, isso diminui o aporte de oxigênio para o grupo muscular que está sendo exercitado e gera o acúmulo do lactato sanguíneo.

O estudo de Myers et al (1997) descreve que pode haver um aumento dos níveis de lactato sanguíneo durante o exercício devido ao recrutamento progressivo de unidades motoras, principalmente fibras do tipo IIb, onde uma diminuição no pH intracelular interfere com o mecanismo de contração-acoplamento e sua capacidade de manter a força e para compensar esse fator mais fibras oxidativas são recrutadas, resultando em aumento da glicogenólise e lactato, percebemos isso no grupo controle quando observamos que a partir de uma carga de 30% de 1RM os níveis de ácido láctico sanguíneo aumentam.

Simões et al (2010) estudou homens idosos aparentemente saudáveis, submetendo-os à um protocolo de exercício resistido no *legpress* e encontrou, similarmente aos nossos resultados do grupo controle, o limiar de anaerobiose em 30% de 1RM, explicando esse comportamento possivelmente pelo fato de que partir dessa carga há significativa modificação hemodinâmica da musculatura exercitada devido à compressão dos capilares sanguíneos, com significativa redução do fluxo sanguíneo.

Quando observamos as respostas do lactato do grupo DM2, frente ao exercício proposto em nosso protocolo, identificamos que também houve uma estabilidade até a carga de 30% e uma diferença significativa das cargas de 10, 20 e 30% de 1RM quando comparadas com 40 e 50% de 1RM, a justificativa dessas respostas nessa situação são as mesmas

explanadas para o GC, respostas fisiológicas frente ao exercício físico. O estudo de Moreira et al (2008) corrobora com nossos achados quando submeteu indivíduos diabéticos a um teste resistido incremental de *legpress* e supino e verificou o lactato sanguíneo encontrando o LA em ambos exercícios em cerca de 30% de 1RM.

Em relação aos outros achados em nosso estudo, a diferença significativa entre as cargas de 40 e 50% de 1RM em relação ao repouso, bem como a diferença entre os grupos nas respectivas cargas de 10, 20 e 30% propõem que diabéticos tendem a apresentar maior estresse metabólico frente ao exercício físico quando comparado com indivíduos aparentemente saudáveis da mesma faixa etária.

O estudo de Moreira et al (2007) comparou diferentes métodos de identificação do limiar de anaerobiose, dentre eles a análise do lactato sanguíneo, em indivíduos diabéticos sedentários, diabéticos ativos e indivíduos não diabéticos. Nesse estudo foi identificado que durante o protocolo aeróbio, o grupo diabéticos sedentários apresentou menor tolerância ao exercício e valores de lactato sanguíneo maiores que os outros dois grupos, indicando que essa amostra tende a apresentar estresse metabólico maior mais rapidamente, como apresentou nossa amostra no exercício resistido. Moreira justificou isso alegando que nessa população pode ocorrer possíveis limitações periféricas, um menor recrutamento de unidades motoras, que desencadeiam fadiga muscular mais rapidamente, além disso, o estudo de Marin et al (1994) mostrou que as composições de fibras musculares e a densidade capilar em diabéticos são diferentes, nessa população há baixo número de fibras do tipo I, elevado número de fibras do tipo II e uma baixa densidade capilar.

Kawaji et al (1989) também estudou dois grupos, um com indivíduos diabéticos e outro com indivíduos saudáveis não idosos, e identificou que nos diabéticos a intensidade de exercício aeróbio no momento do limiar de anaerobiose foi menor que o de indivíduos saudáveis, mostrando mais uma vez que na população diabética o estresse metabólico é maior,

quando comparado com grupos controles saudáveis e, ocorrem em menores intensidades de exercício físico, apresentando similaridade com os resultados do presente estudo.

6.4 Respostas da Variabilidade da Frequência Cardíaca durante o ER

No presente trabalho, utilizamos a VFC para avaliar a modulação autonômica cardíaca, vários estudos têm descrito a importância desse método na avaliação do sistema nervoso autônomo durante o exercício físico além de que, se trata de um método não-invasivo, eficaz e de baixo custo (SZTAJZEL, 2004; JERMENDY et al, 2003; TULPPO 1998). Os índices de VFC adotados neste estudo foram o RMSSD e SD1, que refletem a atividade cardíaca parassimpática (TASK FORCE, 1996; TULPPO ET AL., 1996; 1998).

Nossos resultados nos mostraram que ambos os índices, no grupo controle, apresentaram significativa diminuição do RMSSD em 10 e 20% e SD1 em 10, 20 e 30% de 1RM quando comparado ao repouso. Esse caráter regressivo, conforme o incremento das cargas, representa a diminuição da atividade parassimpática e o predomínio da atividade simpática sobre o nodo sinoatrial (MARÃES Et Al., 2005; MARÃES et al., 2003).

Lima e Kiss (1999) apontaram em seu estudo que a VFC diminuiu progressivamente em homens saudáveis submetidos a cargas incrementais na bicicleta ergométrica e que a partir de 50% ele tende a se estabilizar. Resultados semelhantes foram encontrados em nosso estudo, no qual os valores de VFC foram reduzindo conforme incremento da carga no exercício resistido, porém apresentou uma tendência a se estabilizar a partir de 30% de 1RM, tanto no GC quanto no DM2.

Entretanto, no grupo DM2, não foram encontradas diferenças significativas entre as cargas propostas pelo nosso protocolo. Os valores de 10 à 50% de 1RM, quando comparados com o repouso, não apresentaram redução considerável. Uma justificativa plausível para que ambos os índices não tenham apresentado atenuação é que, assim como exposto por Kraus et

al (2002) e Must (1999), elevados níveis de glicose geram danos às fibras nervosas periféricas, causando alterações no sistema nervoso autônomo desses indivíduos e como expõe o estudo de Ziegler *et al* (2005), cerca de 34,3% das pessoas com DM2 apresentam resultados anormais de VFC.

As pesquisas de Schroedeet al (2005), Liao et al (1998) e Howorka et al (1997) igualmente apontaram que pacientes diabéticos comumente apresentam comprometimento silencioso dos ramos do SNA, afetando as pequenas fibras do SNC e SNP, caracterizando alteração e redução da VFC.

Pagkaloset al (2007) relata em seu estudo as alterações de VFC apresentadas por indivíduos diabéticos com e sem neuropatia diabética durante exercício aeróbio, evidenciando também, que nessa população há modificações nas respostas do sistema nervoso autônomo cardíaco frente ao exercício. Diante desses achados e sabendo que a patologia DM2 é capaz de alterar a VFC tanto em repouso quanto durante exercício físico, os resultados desse presente estudo podem sugerir que nessa população específica os ajustes da VFC estão alterados.

6.5 Determinação do LA pela VFC

A VFC tem sido utilizada para identificar a intensidade de esforço onde ocorre o primeiro limiar de transição fisiológica, definido como LA (LIMA E KISS, 1999; TULPPO et al, 1998). Isso é possível por meio do equilíbrio entre atividade vagal e simpática do SNA, dessa forma o limiar de VFC (LiVFC) é considerado um marcador da diminuição parassimpática cardíaca e uma acentuação simpática (CAMBRI et al, 2008).

O estudo de Sperling (2015) submeteu coronariopatas à exercício resistido progressivo no leg-press e teve como objetivo determinar o LA pela VFC nessa população. O LA, considerado pelo lactato sanguíneo, foi encontrado em 30% de 1RM, concordando com os

nossos resultados, enquanto as respostas de VFC foram consistentes com as respostas de lactato sanguíneo, concluindo nesse estudo que a determinação do LA através dos índices de VFC foi efetiva nessa população. Corroborando com esses resultados, um estudo recente de Simões et al (2016) encontrou, em indivíduos coronariopatas, resultados semelhantes, apresentando que a VFC é uma ferramenta efetiva para a determinação do LA.

Novais (2006) submeteu indivíduos infartados à um protocolo incremental de ciclo ergômetro e se propôs também a identificar o LA pela VFC, os resultados encontrados nesse estudo se mostraram eficazes na identificação do padrão de mudança das respostas das variáveis estudadas permitindo a quantificação do LA pelos índices da VFC.

Ainda com esse objetivo, Simões (2010) encontrou que é possível identificar o ponto de transição do metabolismo aeróbio-anaeróbio, tanto por meio da lactacidemia como pela VFC em idosos saudáveis submetidos a exercício resistido.

Quando observamos os resultados do presente estudo, percebemos uma concordância na identificação do LA pelo lactato sanguíneo com os estudos anteriormente citados, entretanto ao observar a figura 1 percebemos uma resposta atenuada dos índices de VFC, após 30% de 1RM tanto no GC quanto no DM2, não sendo possível identificar, neste estudo, o LA através dos índices da VFC, por meio dos três métodos encontrados na literatura: critério de Lima & Kiss (1999), identificado na primeira intensidade de exercício a apresentar SD1 inferior a 3ms na curva de decréscimo da VFC em função da intensidade; critério de Tulppo et al (1998) que considera o LiVFC o primeiro estágio no decréscimo da curva, em que a diferença entre o SD1 de dois estágios consecutivos é menor que 1 ms e o critério de Regressão Múltipla Linear: identificado no ponto de intersecção que melhor divide a curva da VFC em função da velocidade em dois segmentos, à partir da escolha da equação que apresenta maior valor de R e menor somatória de resíduos - regressão linear múltipla (ORR et al 1982).

Embora o CG tenha apresentado diferença significativa das cargas em relação ao repouso, acreditamos que não foi possível identificar o LA pela VFC nesse grupo devido a nossa amostra apresentar valores reduzidos dos índices de VFC já na situação de repouso, isso provavelmente ocorreu pela junção do sedentarismo e processo de envelhecimento, uma vez que é sabido que esses são fatores que reduzem a atividade vagal no nó sino atrial (MELO et al, 2005; MARÃES et al, 2004; SAKABE, 2004).

O grupo DM2 apresentou, no estado basal, valores reduzidos de RMSSD e SD1 e não apresentaram resposta significativamente diferente do repouso assim, essa população tende a não apresentar ajustes significativos durante o exercício resistido incremental, podendo ser justificado pelo fato, além da idade e do sedentarismo, a própria fisiopatologia da doença instalada.

6.6 Limitações do estudo

Algumas limitações devem ser levadas em consideração em nosso estudo. A não homogeneidade da amostra em relação ao uso de medicamentos e a formação de grupos com patologias isoladas, com um único fator de risco seria interessante uma vez que esses aspectos podem influenciar a modulação autonômica cardíaca tanto na condição de repouso, quanto durante o exercício físico.

São necessários mais estudos que investiguem indivíduos diabéticos e suas respostas frente ao exercício físico resistido dinâmico, analisando suas respostas metabólicas e de VFC, bem como estudos que avaliem outros grupamentos musculares, como de membros superior, por exemplo, para maior entendimento das respostas fisiológicas nessa população.

7. CONCLUSÃO

Nossos resultados sugerem que a modulação parassimpática cardíaca foi reduzida durante a realização de exercício resistido dinâmico de membros inferiores em ambos os grupos, nos quais o LA ocorreu em 30% de 1RM, tendendo a se estabilizar após essa carga. Em indivíduos diabéticos as respostas do sistema nervoso autônomo apresentam-se atenuadas frente ao exercício físico e, além disso, concluímos que não foi possível encontrar o LA pela análise dos índices da VFC nessa população em específico submetida a exercício resistido com cargas incrementais.

REFERÊNCIAS

ALBANESI FILHO F. Insuficiência Cardíaca no Brasil. **ArqBrasCardiol.** v.71,p.561-2, 1998.

AMERICAN ASSOCIATION OF CARDIOVASCULAR AND PULMONARY REHABILITATION. Cardiac Rehabilitation and Cardiovascular Disability: Role in Assessment and Improving Functional Capacity. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention.**v.33, p. 1-11, 2013.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE.**Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

BALADY, G. J., WILLIAMS, M. A., ADES, P. A., BITTNER, V., COMOSS, P., FOODY, J. M., SOUTHARD.D Core Components of Cardiac Rehabilitation/Secondary Prevention Programs: 2007 Update A Scientific Statement From the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology; the Councils on Cardiovascular Nursing, Epidemiology and Prevention, and Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. **Circulation.** v. 115, n. 20, p. 2675-2682, 2007.

BANTHIA S., BERGNER, D. W., CHICOS, A. B., NG, J., PELCHOVITZ, D. J., SUBACIUS, H., GOLDBERGER, J. J. Detection of cardiovascular autonomic neuropathy using exercise testing in patients with type 2 diabetes mellitus. **Journal of diabetes and its complications.** v. 27 n. 1, p. 64-69. 2013.

BARBOSA, P. R.; BARBOSA FILHO, J.; DE SA, C. A. Effects of age, sex and coronary heart disease on the autonomic modulation of the heart. **ArqBrasCardiol,** v. 67, n. 5, p. 325-29, 1996.

BARROS C. L. M., AGOSTINI G. G., GARCIA E. S., BALDISSERA V. Limiar de lactato em exercício resistido. **Ver Motriz,** v. 10; n. 1, p. 31-6, 2004.

BILAN, A., WITCZAK, A., PALUSIŃSKI, R., MYŚLIŃSKI, W., & HANZLIK, J. Circadian rhythm of spectral indices of heart rate variability in healthy subjects. **Journal of Electrocardiology,** v. 38, n.3, p. 239-243. 2005.

BRITO-ZURITA O. R., POSADAS-ROMERO C., HERMOSILLO A. G., ZAMORA-GONZALEZ J HERNANDEZ-ONO A., CARDOSO-SALDANA G., TORRES-TAMAYO M. Estrogeneffectonheart rate variability in hypertensive post menopausalwomen. **Maturitas.**v. 44, n 1, p. 39-48, 2003.

BRUNETTO, Antônio Fernando et al. Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. **RevBrasMed Esporte.** v.11, n.1, p. 22-27. 2005.

CAMBRI, L. T., FRONCHETTI, L., DE-OLIVEIRA, F. R., & GEVAERD, M. D. S. Variabilidade da frequência cardíaca e controle metabólico. **ArqSannyPesqSaúde,** v. 1, n. 1, p. 72-82, 2008.

- CARRASCO-SOSA, S., GAITAN-GONZALEZ, M. J., GONZÁLEZ-CAMARENA, R., & YAÑEZ-SUÁREZ, O. Baroreflex sensitivity assessment and heart rate variability: relation to man euver and technique. **European jornal ofappliedphysiology**. v. 95, n. 4, p. 265-275.
- 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 MedBiol Res**, v. 35, n. 6, p. 741-52., 2002.
- CAVALCANTI et al. Resposta da variabilidade da frequência cardíaca e glicemia durante o exercício incremental. **Brazilianjournal of biomotricity**, v.4, n.4, p.256-265, 2010.
- DIMITROPOULOS, G., TAHRANI, A. A., & STEVENS, M. J. Cardiac autonomic neuropathy in patients with diabetes mellitus. **World journal of diabetes**, v. 5, n. 1, 17. 2014.
- FIGUEROA, A., BAYNARD, T., FERNHALL, B., CARHART, R., KANALEY, J. A. Endurance training improves post-exercise cardiac autonomic modulation in obese women with and without type 2 diabetes. **Eur J ApplPhysiol**; v. 100, n. 4, p. 437-44, 2007.
- GALLO J. R. L., et al. Control of heart rate during exercise in health and disease. **Braz J Med Biol Res**, v. 28, n. 11-12, p. 1179-84, 1995.
- GERRITSEN, J., DEKKER, J. M., TENVOORDE, B. J., KOSTENSE, P. J., HEINE, R. J., BOUTER, L. M., STEHOUWER, C. D. Impaired autonomic function is associated with increased mortality, especially in subjects with diabetes, hypertension, or a history of cardiovascular disease the Hoorn study. **Diabetes care**, v. 24, n 10, p. 1793-1798, 2001.
- GOLDBERGER, J. J. Detection of cardiovascular autonomic neuropathy using exercise testing in patients with type 2 diabetes mellitus. **Journal of diabetes and its complications**, v. 27 n. 1, p.64-69. 2013.
- HAWLEY, J.A. & HOUMARD, J.A. Introduction – Preventing Insulin Resistance through Exercise: A Cellular Approach. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 7, p. 1187-1190, 2004.
- HOWORKA K, PUMPRLA J, HABER P, KOLLER- STRAMETZ J, MONDRZYK J, SCHABMANN A. Effects of physical training on heart rater variability in diabetics patients with various degree of cardiovascular autonomic neuropathy. **Cardiovasc Res**. v. 34, n. 206-4, 1997.
- IMAI, K., SATO, H., HORI, M., KUSUOKA, H., OZAKI, H., YOKOYAMA, H., ... & KAMADA, T. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**.v. 24, n. 6, p. 1529-1535. 1994.
- JERMENDY G. Clinical consequences of cardiovascular autonomic neuropathy in diabetic patients. **ActaDiabetol**. v. 40, n. 2, p. S370-374. 2003.
- JOUVEN, X., EMPANA, J. P., SCHWARTZ, P. J., DESNOS, M., COURBON, D., DUCIMETIÈRE, P. Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. **New England Journal of Medicine**, v. 352, n. 19, p. 1951-1958. 2005.

KAHN, J. K., ZOLA, B., JUNI, J. E., & VINIK, A. I. Decreased exercise heart rate and blood pressure response in diabetic subjects with cardiac autonomic neuropathy. **Diabetes care**, v. 9, n. 4, p. 389-394. 1986.

KARAPETIAN G.; ENGELS H.; GRETEBECK R. Use of heart rate variability to estimate LT and VT. **Int J Sports Med**, v. 29, p. 652-657. 2008.

KAWAJI, K., FUJITA, Y., YAJIMA, Y., SHIRATAKA, M., & KUBO, H. Usefulness of anaerobic threshold in estimating intensity of exercise for diabetics. **Diabetes research and clinical practice**, v. 6, n. 4, p. 303-309, 1989.

KRAUS, W. E., HOUMARD, J. A., DUSCHA, B. D., KNETZGER, K. J., WHARTON, M. B., MCCARTNEY, J. S., & SLENTZ, C. A. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. **New England Journal of Medicine**, v. 347 n. 19, p. 1483-1492. 2002.

LAHIRI M. K., KANNANKERIL P. J., GOLDBERGER J. J. Assessment of autonomic function in cardiovascular disease: physiological basis and prognostic implications. **J Am CollCardiol**; v. 51, p. 1725–1733. 2008.

LIAO, D., SLOAN, R. P., CASCIO, W. E., FOLSOM, A. R., LIESE, A. D., EVANS, G. W., SHARRETT, A. R. Multiple metabolic syndrome is associated with lower heart rate variability: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. **Diabetes care**, v. 21 n. 12, p. 2116-2122. 1998.

LIMA, J. R. P., & Kiss, M. A. P. D. M. Limiar de variabilidade da frequência cardíaca. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 4, n. 1, p. 29-38. 2012.

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

MARÃES V. R. F. S, SILVA E., CATAI A. M., NOVAIS L. D., MOURA M. A. S. , OLIVEIRA L., et al. Identification of anaerobic threshold using heart rate response during dynamic exercise. **Braz J Med Biol Res** v. 38, n. 5, p. 731-5, 2005.

MARÃES V. R. F. S., et al. Determinação e validação do limiar de anaerobiose a partir de métodos de análise da frequência cardíaca e de sua variabilidade. **RevSoc de Cardiol Estado de São Paulo**, 4º suppl A, p.1-16, 2003.

MARÃES V. R. F. S., TEIXEIRA L. C. A, CATAI A. M., MILAN L. A., ROJAS F. A. R., OLIVEIRA L, et al. Determinação e validação do limiar de anaerobiose a partir de métodos de análise da frequência cardíaca e de sua variabilidade. **RevSocCardiol Estado de São Paulo**. v. 4, n. 1, p. 16, 2003.

MARIN, P.; ANDERSSON, B.; KROTKIEWSKI, M.; BJORNTORP, P. Muscle Fiber Composition and Capillary Density in Women and Men with NIDDM. **Diabetes Care**. v.17, n. 5, p. 382-386, 1994.

MELO R. C., SANTOS M. D. B., SILVA E., QUITÉRIO R. J., MORENO M. A., REIS M. S., et al. Effects of age and physical activity on the autonomic control of heart rate in healthy men. **Braz J Med Biol Res**. v.38, p. 1331, 2005.

MITCHELL, J.H. Neural control of the circulation during exercise: insights from the 1970–1971 Oxford studies. **ExpPhysiol**.v. 97,p.14–19, 2012.

MOREIRA, S. R., ARSA, G., OLIVEIRA, H. B., LIMA, L. C., CAMPBELL, C. S., & SIMÕES, H. G. Methods to identify the lactate and glucose thresholds during resistance exercise for individuals with type 2 diabetes. **The JournalofStrength&ConditioningResearch**, v. 22, n. 4, p. 1108-1115, 2008.

MOREIRA, S. R., SIMÕES, G. C., HIYANE, W. C., CAMPBELL, C. S. G., & SIMÕES, H. G. Identificação do limiar anaeróbio em indivíduos com diabetes tipo-2 sedentários e fisicamente ativos. **Revista brasileira de Fisioterapia**, v. 11 n.4, 2007.

MUST, A., SPADANO, J., COAKLEY, E. H., FIELD, A. E., COLDITZ, G., DIETZ, W. H. The disease burden associated with overweight and obesity. **Jama**, v. 282 n. 16, p. 1523-1529. 1999.

MYERS J. Dangerous Curves.A perspective on exercise, lactate, and the threshold.**Chest**. 111:787-95, 1997.

NEVES, V. R., et al. Heart rate dynamics after exercise in cardiac patients with and without type 2 diabetes.**Frontiers in physiology**, v. 2, 2011.

Novais, L. D. **2006. Comparação entre diferentes metodologias para detecção do limiar de anaerobiose durante exercício físico em cicloergômetro de homens saudáveis e com infarto do miocárdio.** (Doutorada em Fisioterapia)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

OLIVEIRA J.C, et al - Identificação do limiar de lactato e limiar glicêmico em exercícios resistidos – **Ver BrasMed Esporte**. v. 12, n. 6, 2006.

ORR G. W., GREEN H. J., HUGHSON R. L., BENNETT G. W. A computer linear regression model to determine ventilatory anaerobic threshold.**J Appl Physiol**. v. 52, n. 2, p 1349, 1982.

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. **British journalofsports medicine**, v. 42, n. 1, p. 47-54, 2008.

PETROFSKY, J. S., MORRIS, A., BONACCI, J., HANSON, A., JORRITSMA, R., & HILL, J. Muscle use during exercise: a comparison of conventional weight equipment to Pilates with and without a resistive exercise device. **J Appl Res**, v. 5, n. 1, 2005.

PHILLIPS, C. A., & PETROFSKY, J. S. The passive elastic force-velocity relationship of cat skeletal muscle: Influence upon the maximal contractile element velocity. **Journal of biomechanics**, v. 14, n. 6, p. 399-403, 1981.

QUITÉRIO, R. J., MELO, R. C., TAKAHASHI, A. C. M., ANICETO, I. A. V., SILVA, E., CATAI, A. M. Torque, myoelectricsignal and heart rate responses during concentric and eccentric exercises in older men. **RevBrasFisioter**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 8-14, Jan./Feb. 2011.

- QUITÉRIO, R. J., MORAES, F. R., OLIVEIRA, L., TEIXEIRA, L. C., GALLO, J. R. L., CATAI, A. M., SILVA, E. Influences of torque and joint angle on heart rate responses during isometric exercise in young men. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos, v. 11, n. 3, p. 185-190, maio/jun. 2007.
- RIBEIRO, T. F. et al. Estudo da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) a partir dos intervalos R-R de voluntários de meia-idade, saudável e coronariopata: relato de caso. **RevSocCardiol Estado de São Paulo**, v. 10, n. 1, p. 1-10 (Suppl. A), 2000.
- ROY, T. M., PETERSON, H. R., SNIDER, H. L., CYRUS, J., BROADSTONE, V. L., FELL, R. D., PFEIFER, M. A. Autonomic influence on cardiovascular performance in diabetic subjects. **The American journal of medicine**, v. 87, n. 4, p. 382-388. 1989.
- SACRE, J. W., JELLIS, C. L., COOMBES, J. S., MARWICK, T. H. Diagnostic accuracy of heartrate recovery after exercise in the assessment of diabetic cardiac autonomic neuropathy. **Diabetic Medicine**, v. 29, n. 9, p. e312-e320, 2012.
- SAKABE, D. I. Quantificação do limiar de anaerobiose durante exercício físico dinâmico em homens de meia idade: análise da resposta de variáveis cardiorrespiratórias e musculares. 2004. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos, 2004.
- SALES, M. M.; CAMPBELL, C. S. G.; MORAIS, K. P.; E. CARLOS.; SOARESCALDEIRA, L. F.; RUSSO, P.; MOTTA, D. F.; MOREIRA, S. R.; NAKAMURA, F. Y.; SIMÕES, H. G. Non invasivemethodtoestimateanaerobicthreshold in individualswithtype 2 diabetes. **Diabetology & metabolic syndrome**, v. 3, n. 1, 2011.
- SCHROEDER E. B., CHAMBLES L. E., PRINEAS R. J., EVANS G. W., ROSAMOND G. W., HEISS G. Diabetes, glucose, insulin, and heart rate variability. **Diabetes Care**, .v. 28, n. 3, p. 668-4, 2005.
- SIMÕES, R. P. et al. Heart-rate variability and blood-lactate threshold interaction during progressive resistance exercise in healthy older men. **Strength Cond J**, v.24,n.5, p.1313-1320, 2010.
- SIMÕES, R. P., MENDES, R. G., CASTELLO-SIMÕES, V., CATAI, A. M., ARENA, R., & BORGHI-SILVA, A. Use of heart rate variability to estimate lactate threshold in coronary artery disease patients during resistance exercise. **Journal of sports science & medicine**, v. 15, n. 4, p. 649, 2016.
- SISCOVICK, D. S., WEISS, N. S., FLETCHER, R. H., & LASKY, T. The incidence of primary cardiac arrest during vigorous exercise. **New England Journal of Medicine**, v. 311, p. 874-877, 1984.
- SOSENKO J.; ZIEGLER D. Diabetic neuropathies: A statement by the American diabetes association. **Diabetes Care**, v. 28, p. 956-962, 2005.
- SPERLING, M. P. R. **Determinação do limiar de anaerobiose (LA) pela variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante um protocolo de exercício físico resistido**

incremental: uma população de pacientes coronariopatas com perfil de funcionalidade e incapacidade traçados pela Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) 2015. Tese (Doutorado em Interunidades Bioengenharia) Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

STEIN, P. K., KLEIGER, R. E., & ROTTMAN, J. N. Differing effects of age on heart rate variability in men and women. **American Journal of Cardiology**, v. 80, n. 3, p. 302-305, 1997.

SZTAJZEL J. Heart rate variability: A non invasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. **Swiss Med Wkly**, v. 134, p. 514-522, 2004.

TAKAHASHI, A. C. M., MELO, R. C., QUITÉRIO, R. J., SILVA, E., CATAI, A. M. The effect of eccentric strength training on heart rate and on its variability during isometric exercise in healthy older men. **Eur J Appl Physiol**, v. 105, p. 315–323. 2009.

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**, v. 93, p. 1043-1065, 1996.

THAYER, J. F.; YAMAMOTO, S. S.; BROSSCHOT, J. F. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. **International journal of cardiology**, v. 141, n. 2, p. 122-131. 2010.

TSUJI H.; LARSON M.; VENDITTI F. J.; MANDERS E.; EVANS J.; FELDMAN C. LEVY D. Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. The framingham heart study. **Circulation**.v. 94, p. 2850-2855. 1996.

TULPPO, M. P., HUGHSON, R. L., MAKIKALLIO, T. H., AIRAKSINEN, K. E., SEPPANEN, T., HUIKURI, H. V. Effects of exercise and passive head-up tilt on fractal and complexity properties of heart rate dynamics. **Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.** 280, H1081–H1087. 2001.

TULPPO, M. P., KIVINIEMI, A., HAUTALA, A. J., KALLIO, M., SEPPÄNEN, T., TIINANEN, S., MÄKIKALLIO, T. H., HUIKURI, H. Sympatho – vagal interaction in the recovery phase of exercise. **Clin. Physiol. Funct. Imaging**.v. 31, p. 272–281, 2011.

TULPPO, M. P., MÄKIKALLIO, T. H., SEPPÄNEN, T., LAUKKANEN, R. T., HUIKURI, H. V. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 274, n. 2, p. H424-H429. 1998.

VINIK, A. I.; ZIEGLER, D. Diabetic cardiovascular autonomic neuropathy. **Circulation**.v.115, n. 3, p. 387-397. 2007.

WASSERMAN, K., WHIPP, B. J., KOYAL, S. N., BEAVER, W. L. Anaerobic Threshold and Respiratory Gas exchange during Exercise. **Journal of Applied Physiology** v. 35, p. 236-243, 1973.

WATANABE, J., THAMILARASAN, M., BLACKSTONE, E. H., THOMAS, J. D., LAUER, M. S. Heart rate recovery immediately after treadmill exercise and left ventricular

systolic dysfunction as predictors of mortality: the case of stress echocardiography.
Circulation. v. 104 p. 1911–1916. 2001.

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**, v. 329, n. 23, p. 1684-1690. 1993.

APÊNDICE 1

1. Anamnese e Exame Físico

ANAMNESE E EXAME FÍSICO CARDIORESPIRATÓRIO

Paciente:

Prontuário:

Data:/...../.....

1. DADOS PESSOAIS

Data nascimento:

Idade:

Sexo:

CPF:

RG:

UF:

Número do Cartão Nacional de Saúde (SUS):

Local Nascimento:

UF:

Raça: *branca* *negra* *amarela* *vermelha*

Profissão atual:

Tempo:

Profissão anterior:

Tempo:

Estado civil:

Grau de instrução:

Endereço:

Bairro:

Cidade:

UF:

Telefone:

E-mail:

Convênio:

Médico:

Obs: antes da avaliação, faça o levantamento de todos os dados do paciente e estude o caso.

2. DIAGNÓSTICO CLÍNICO "TODAS" AS DOENÇAS (coração, vasos sanguíneos, pulmão, rins, tireóide, sistema nervoso, digestório, pele, etc) COM RESPECTIVO CID

Doença	CID

Doença	CID

Palidez:

não sim

4.2 Hábitos de vida:

a) É fumante atualmente?

Sim

Cigarros/dia:

Há quanto tempo?:

Não

b) Já fumou antes (se a resposta anterior for não)?

Sim. Cigarros/dia:

Período fumante:

Quando parou?:

Não

c) Ingere bebida alcoólica atualmente?

Sim. Que tipo?: destilados fermentados ambos

Quantidade:

Frequência semanal:

Há quanto tempo? _____

Não

d) Já ingeriu bebida alcoólica antes (se resposta anterior for não)?

Sim Que tipo?: destilados fermentados ambos

Quantidade:

Frequência/semana:

Há quanto tempo? _____

Não

e) Alimentação: fazer inquérito alimentar (providenciar com nutricionista)

f) Nível de atividade física: preencher o questionário Baecke na planilha excel. Anote os escores de cada domínio e total)

- Atividades físicas ocupacionais:
- Exercícios físicos no lazer:
- Atividades físicas de lazer:
- Escore total:

4.3 Qualidade de vida: preencher o questionário SF-36 na planilha excel. Anote pontuação de cada domínio

- Capacidade funcional:
- Limitação por aspectos físicos:
- Dor:
- Estado geral de saúde:
- Vitalidade:
- Aspectos sociais:

- Limitação por aspectos emocionais:
- Saúde mental:

4.5 Apresenta algum problema neurológico (diminuição força ou da sensibilidade) ou musculoesquelético (articular, coluna, tensão, etc)?

Se a resposta for “sim” mencionar qual, local acometido e a data da lesão, se for caso.

4.6 Medicamentos em uso (pedir para trazer bula ou receita). Avisar o paciente que qualquer mudança no medicamento ou dosagem deve ser comunicada imediatamente.

Medicamento	Efeito	Dosagem/dia	Tempo que toma

4.7 Dominância

- Superior: () direito () esquerdo
- Inferior: () direito () esquerdo

4.8 Antecedentes Familiares (se falecidos, indicar a idade que faleceram e a causa)

Idade do Pai:

Idade da Mãe:

Apresenta antecedentes das seguintes doenças?

	Grau Parentesco	Tipo ou tempo
Acidente vascular encefálico		
Alterações da Tireoide		
Diabetes		
Dislipidemia		
Hipertensão		

Obesidade		
Pulmonares		
Renais		

EXAME CARDIORRESPIRATÓRIO (sentado)

Horário:h.....min

Temperatura °C

Umidade ar:%

Horário da última refeição:h..... min

Ausculta pulmonar:

Sons normais: () MV normal () MV ↑ em..... () MV ↓
em.....

Estertores secos: () roncos () sibilos

Estertores úmidos: () crepitantes () bolhosos

Tipo respiração: () apical () diafragmático () paradoxal

Tipo tórax: () normal () tonel () quilha navio
() paralítico () assimétrico () ampulheta

Cirtometria - Mobilidade torácica (cm):

	Axilar	Xifóide	Esperado
Inspiratória			
Expiratória			

Manovacômetro - Força músculos da respiração (mmH₂O).

	Obtido	Esperado - homens ¹	Esperado - mulheres ¹
Inspiratória		$143 - (0,55 \times \text{idade})^* =$	$104 - (0,51 \times \text{idade})^* =$
Expiratória		$171 - (1,03 \times \text{idade})^* =$	$170 - (0,53 \times \text{idade})^* =$

APÊNDICE 2

2. Antropometria e Composição Corporal

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS, COMPOSIÇÃO CORPORAL, METABOLISMO BASAL, PERIMETRIA

Nome:

Data Nascimento:

Data Avaliação:

Horário:

Estatura: m

Massa corporal:kg

Índice de Massa Corporal: Kg/m²

Classificação do IMC¹: () Insuficiente: < 18,5

() Eutrófico (normal): 18,5 a 24,9

() Sobrepeso: 25 a 29,9

() Obesidade grau 1: 30 a 34,9

() Obesidade grau 2: 35 a 39,9

() Obesidade grau3: igual ou > 40

Análise por bioimpedância tetrapolar (Biodyamics)

Ângulo de fase (graus) =

Capacitância do corpo (pF) =

Resistência (ohms) =

Reactância (ohms) =

Índices de distribuição de massa:

	Kg	%
Massa celular corporal		
Massa extracelular		
Massa magra		
Massa gorda		

Massa extracelular (ME) / Massa celular corporal (MCC) =

Índice de massa corporal (Kg/m^2) =

Taxa metabólica basal (cal/dia) =

Índices dos compartimentos de água:

	L	%
Água intracelular		
Água extracelular		
Água corporal total		

Razão água corporal total (ACT) / Massa magra (%) =

Razão água corporal total (ACT) / Peso total (%) =

Circunferências e relações

Circunferência na cintura (entre as últimas costelas e ileo): cm

Circunferência quadril (trocanter): cm

Relação cintura quadril:

Classificação do risco

Razão cintura/quadril:

Índice de conicidade:

Investigação das alterações ortopédicas e posturais:

Teste comprimento muscular

Sensibilidade cutânea (estesiômetro)

Goniometria:

Investigação das alterações neurológicas

Avaliação do equilíbrio estático: Teste utilizado:

Avaliação do equilíbrio dinâmico: Teste utilizado:

Perimetria: postura decúbito dorsal; ponto zero = linha articular do joelho/cotovelo

	Acima da linha articular (fita acima marca)					0	Abaixo da linha articular (fita abaixo marca)					
	25	20	15	10	5		30	25	20	15	10	5
MSD												
MSE												
MID												
MIE												

Avaliadores (nome completo):

APÊNDICE 3

3. Resistido Dinâmico

TESTE EXERCÍCIO FÍSICO RESISTIDO DINÂMICO

Paciente: _____

Data do Teste: _____ Exercício e postura: _____

- Ligar o climatizador de ar com pelo menos 30min de antecedência: manter a temperatura em 23 ± 2 °C e Umidade relativa do ar em $50 \pm 10\%$
- Trancar a porta externa (ferro) e colocar o aviso "Estamos em experimento, favor não interromper"
- Desligar os celulares
- Horário do teste: _____ Horário da última refeição: _____ Glicemia Basal: ____
- Temperatura ambiente (23 ± 2 °C): _____ Umidade relativa do ar ($50 \pm 10\%$): _____

1. Orientações iniciais:

- 1.1. **Aquecimento:** 5 minutos de um exercício cardiorrespiratório em ciclo ergômetro com intensidade de 50% da FC de reserva $[((220 - \text{idade} - \text{FCrepouso}) \times 0,5) + \text{FCrepouso}]$. b) 2 séries de 15 segundos de alongamento para cada um dos grupos musculares a serem testados. c) 10 repetições do exercício com o peso do aparelho, sem o acréscimo de carga (8,4 Kg). Os testes foram iniciados cinco minutos após o aquecimento.
- 1.2. **Tempo contração:** máximo = tempo de 1RM e submáximo = 1 min
 - 1.2.1. Medida do lactato antes de iniciar o protocolo:

1.2.2.

		Número arquivo Polar	Carga (kg force) #	Repouso	Contração	Recuperação			
				15-45s*	30-60s	0-30s	30-60s	1'30''-2'	2'30''-3'
				PA	PA	Lactato	PA	PA	PA
1RM	1ª tent.				=====				
	2ª tent.				=====				
	3ª tent.				=====				
	4ª tent.				=====				
	5ª tent.				=====				
	10%								
	20%								
	30%								
	40%								
	50%								

* Usar mesmo trecho para análise FC e VFC.

Observações:

Avaliadores (nome completo):

APÊNDICE 4

4. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - (TCLE) (Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/12)

“FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA E ANÁLISES LINEAR E SIMBÓLICA DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE DIABÉTICOS DO TIPO 2: EFEITOS CRÔNICOS DO EXERCÍCIO RESISTIDO”

Eu, _____ tendo sido convidado a participar como voluntário do estudo “FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA E ANÁLISES LINEAR E SIMBÓLICA DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE DIABÉTICOS DO TIPO 2: EFEITOS CRÔNICOS DO EXERCÍCIO RESISTIDO”, recebi do Sr. Professor Doutor Robison José Quitério do Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Estadual Paulista – Campus Marília, responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

O estudo se destina a investigar o efeito crônico da intervenção terapêutica utilizando o Exercício Resistido (musculação) sobre o quadro clínico, função autonômica cardíaca, a pressão arterial e exames de sangue como glicose e colesterol, de pessoas com Diabetes.

Que a importância deste estudo é primordial para entender como o exercício de musculação pode auxiliar no tratamento medicamentoso no qual sou submetido para controle do meu quadro de Diabetes e assim, melhorar da minha qualidade de vida.

Com essa pesquisa, esperamos alcançar uma melhora na qualidade de vida de pessoas com Diabetes e uma possível alteração fisiológica benéfica promovendo um controle mais integral e positivo do problema.

Este estudo terá uma duração média de 16 semanas sendo 12 semanas de aplicação do exercício e 2 semanas para avaliação e mais 2 semanas para reavaliação.

O estudo será dividido em 5 etapas principais, a saber:

Etapa 1: Será aplicada uma avaliação, chamada de anamnese, por questionário próprio além de questionários específicos para avaliar o nível de atividade física e a qualidade de vida. Neste dia também ocorrerá a avaliação da sua composição corporal (quantidade de gordura, músculo, água no corpo) e também avaliação física (medidas corporais com utilização de fita métrica).

Etapa 2: Será realizado um teste de esforço físico aeróbio em esteira ergométrica para avaliação do ritmo do coração (por eletrocardiograma), da pressão arterial e dos sinais e sintomas durante o esforço.

Etapa 3: Avaliação da Função Autonômica. Desta avaliação fazem parte alguns testes, que serão orientados e familiarizados com antecedência, são eles: Manobras de Valsalva (onde irá prender a respiração por 15 segundos); Manobra Postural Ativa (ficará deitado por 20 minutos em repouso e silêncio e irá levantar-se sozinho ficando mais 5 minutos em pé); Manobra Sinusal Respiratória (irá receber orientações para respirar 10 vezes por minuto durante 4 minutos); Exercício de Preensão Palmar (apertará com a mão dominante um aparelho para medir a sua maior força e depois vai realizar forças menores). Durante a realização de alguns destes testes serão medidas a sua pressão arterial. Durante todos os procedimentos a frequência cardíaca (batimentos do coração) será armazenada durante todo o tempo com a utilização de uma cinta maleável que ficará fixada no tórax e um relógio no pulso ou com a pessoa que estará avaliando o Sr (a).

Etapa 4: durante esta etapa o Sr (a) será submetido a exercícios chamados resistidos que envolvem levantamento de alguns pesos em máquinas apropriadas. Serão explicadas com muito cuidado todas as orientações e os exercícios a serem realizados. Esta etapa terá a duração de 12 semanas onde os Sr (a) virá para a realização dos exercícios 2 vezes por semana. Durante todos os dias sua frequência cardíaca, pressão arterial e sinais e sintomas serão acompanhados pelos pesquisadores responsáveis que atenderão o Sr (a).

Etapa 5: após a realização da Etapa 4 o Sr (a) será reavaliado passando por todos os itens já descritos nas Etapas 1, 2 e 3.

Os riscos existentes durante o estudo se resumem a algum estado de dor mínima durante muscular que pode ocorrer no início do tratamento até a adaptação do corpo as atividades propostas. E ainda, algum desconforto pelas medidas de pressão arterial que serão realizadas na sequencia durante as etapas 2 e 3 da avaliação.

Estou ciente que a qualquer tempo eu poderei contar com Serviço de Fisioterapia do Centro de Estudos em Educação e Saúde da UNESP de Marília e os devidos encaminhamentos aos serviços públicos de saúde.

Que os benefícios que deverei esperar com a minha participação, mesmo que não diretamente são: uma melhora na qualidade de vida e um melhor controle do Diabetes.

Que, sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.

Que, a qualquer momento, eu poderei recusar a continuar participando do estudo e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.

Que as informações obtidas com minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das informações serão apresentadas em meios científicos.

Que eu deverei ser ressarcido por todas as despesas que venha a ter com a minha participação nesse estudo, sendo-me garantida a existência de recursos, uma vez que o estudo não acarretará nenhuma despesa para o participante da pesquisa.

Que eu serei indenizado por qualquer dano que venha a sofrer com a participação na pesquisa, podendo ser encaminhado para o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual Paulista, na cidade de Marília, uma vez que este setor estará de pronto para lhe atender.

Estou ciente que receberei uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

Endereço do participante voluntário (a)

Domicílio:

Bloco: N°: Complemento:
 Bairro: CEP: Cidade: Telefone:
 Ponto de referência:

ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

**Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista – Campus de Marília
 Avenida Hygino Muzzi Filho, 737, Bairro Mirante, 17525-000 – Marília SP -
 Telefone: (14) 3402-1340**

Marília, _____ de _____ de _____.

<hr/> Assinatura do Voluntário (a)	<hr/> Assinatura do Pesquisador Responsável pelo Estudo
------------------------------------	------------------------------------------------------------