

**FACULDADE DE MEDICINA DE MARÍLIA – FAMEMA
MESTRADO ACADÊMICO – SAÚDE E ENVELHECIMENTO**

TIAGO DEL ANTONIO

**ANÁLISE DO DUPLO-PRODUTO E VARIAÇÃO DA FREQUÊNCIA
CARDÍACA APÓS ESFORÇO ISOCINÉTICO EM ADULTOS E
IDOSOS**

Marília
2015

Tiago Del Antonio

**Análise do duplo-produto e variação da frequência cardíaca após esforço
isocinético em adultos e idosos**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Marília, Mestrado Acadêmico em “Saúde e Envelhecimento”, para obtenção do título de Mestre.

Discente: Tiago Del Antonio
Orientador: Prof. Dr. Marcos Renato de Assis

Marília
2015

Tiago Del Antonio

Análise do duplo-produto e variação da frequência cardíaca após esforço isocinético em adultos e idosos

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Marília, Mestrado Acadêmico em "Saúde e Envelhecimento", para obtenção do título de Mestre.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcos Renato de Assis
Faculdade de Medicina de Marília

Prof. Dr. Paulo Henrique Waib
Faculdade de Medicina de Marília

Prof. Dr. Fábio Antônio Néia Martini
Universidade Estadual do Norte do
Paraná

A Deus,

Aos meus pais e minha futura esposa.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus. Sem Ele não teria como estar aqui hoje, sei eternamente que nunca em nossa vida nada acontece por acaso e que não entramos em caminhos sem um dever que já nos é dado.

Porém se existe alguém em que me espelho e com o passar dos dias cada vez mais, essa pessoa é meu pai, sei de todas as dificuldades que ele passou para chegarmos até aqui, se “temos” hoje essa conquista e muitas outras que ainda teremos, devemos a você! Se um dia eu for como você terei a certeza que serei um exemplo para meus filhos.

Como esquecer de quem nunca me abandonou... Nos últimos anos existem dias felizes quando lembro do nosso passado e aprendizado com você, existem dias tristes ao saber que em momentos como este você não está fisicamente entre nós, porém existe um que acredito que seja o mais sincero e honesto: a saudade! Sei que tal sentimento só existe de quem realmente fez a diferença em nossas vidas e sinto que você minha mãe está ao nosso lado todos os dias da minha vida.

Como sempre digo em muitas brincadeiras, a minha vida é dividida em antes e após te conhecer. Minha namorada, amiga, companheira e futura esposa, Ana. Anos atrás não imaginávamos que um amor poderia mudar tanto duas vidas e agora podemos dizer que temos a certeza disso, se estou aqui hoje devo tudo à você, a toda à sua ajuda, desde uma conversa até a uma coleta de dados. Te amo!

Juliano, meu irmão! A vida nos ensinou muito nos últimos anos, muito aprendemos a sermos mais companheiros e ajudarmos um ao outro e ao nosso pai.

Não posso deixar de agradecer aos colegas de trabalho e também amigos, professores Fábio, Júlio, Fabrício e Neto que me deram apoio total para execução da coleta e me auxiliaram com liberação em todos os momentos que necessitei para conseguir concluir este mestrado.

Agradeço ao professor Agnaldo que me auxiliou muito para que entrasse neste programa, acredito que tenha sido um grande instrumento de Deus em todo este processo de aprendizagem profissional e pessoal.

Ao professor Paulo Waib que me norteou no processo de inscrição deste programa, além de suas orientações na correção desta pesquisa serem de grande importância para a melhora da mesma.

Meu sincero agradecimento aos voluntários desta pesquisa que dispuseram de tempo e paciência para a construção da mesma.

Finalmente gostaria de expor toda minha gratidão ao professor Marcos Renato, que me auxiliou imensamente no crescimento acadêmico e profissional, se esta fase está se encerrando devo muito à sua sabedoria, dedicação e paciência.

“Tudo posso naquele que me fortalece.”

(Filipenses 4,13)

RESUMO

Introdução: O envelhecimento gera prejuízos às funções orgânicas em vários sistemas, dentre eles o cardiovascular, sendo a prática de exercício físico um importante recurso terapêutico para retardar tais perdas. No entanto, existe pouco conhecimento sobre as respostas cardiovasculares durante e após o exercício isocinético em idosos. **Objetivo:** O objetivo deste estudo é analisar as respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em indivíduos submetidos ao esforço muscular isocinético de distintas faixas etárias. **Método:** O estudo foi constituído por 60 voluntários distribuídos em 3 faixas etárias – G1: 30–45 anos; G2: 45–60 anos; e G3: 60–75 anos – submetidos a um teste no dinamômetro isocinético, com velocidade angular de 60°/seg. para flexo-extensão de joelhos bilateralmente para verificação das respostas hemodinâmicas. Os dados foram analisados por meio do Software Bioestat[®] 5.3, utilizando-se o teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Dunn para as amostras independentes e de Friedman para amostras dependentes, além da comparação das curvas de Kaplan-Meier por meio do log-rank test, considerando $P \leq 0,05$. **Resultados:** O grupo de idosos (G3) apresentou maiores valores, com $P < 0,05$ de pressão arterial sistólica, duplo-produto e tempo para o retorno à frequência cardíaca basal quando comparado com o grupo mais jovem (G1). **Conclusão:** O grupo de 60 a 75 anos de idade apresentou maior consumo de oxigênio pelo miocárdio durante e após o exercício, assim como maior tempo para retornar à FC basal em comparação aos mais jovens.

Palavras-chave: duplo-produto; envelhecimento; esforço físico; sistema cardiovascular.

ABSTRACT

Introduction: Aging causes damage to physiological functions in several systems, including the cardiovascular, and physical exercise is an important therapeutic option to delay such losses. However, there is little knowledge about cardiovascular responses during and after isokinetic exercising in the elderly. **Objective:** The objective of this study is to analyse the responses of heart rate, blood pressure and rate-pressure product in individuals of different age groups submitted to isokinetic muscle effort. **Method:** The study consisted of 60 volunteers divided into three age groups – G1: 30–45 years; G2: 45–60 years; and G3: 60–75 years – submitted to a test on the isokinetic dynamometer, with angular velocity of 60°/sec. for bilateral knee flexion-extension to verify the hemodynamic responses. Data were analyzed through the Bioestat[®] 5.3 software using the Kruskal-Wallis test followed by Dunn's test for independent samples and Friedman for dependent samples, and comparing the Kaplan-Meier curves through log-rank test, considering $P \leq 0.05$. **Results:** The elderly group (G3) had higher values, with $P < 0.05$ of systolic blood pressure, rate-pressure product and time to return to baseline heart rate when compared with the younger group (G1). **Conclusion:** The 60–75 years group presented increased oxygen consumption by the myocardium during and after the exercise, as well as took longer to return to baseline FC compared to younger patients.

Keywords: rate-pressure product; aging; physical exertion; cardiovascular system.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma de distribuição dos grupos amostrais.	19
Figura 2 – Dinamômetro isocinético Biodex™ modelo Multi Joint System 4 Pro, Shirley, NY, Estados Unidos.	21
Figura 3 – Voluntário posicionado no dinamômetro isocinético.....	22
Figura 4 – Demonstração gráfica de esforço isocinético.	22
Figura 5 – Tempo de retorno à frequência cardíaca basal após o esforço isocinético.	26
Figura 6 – Curva de análise de sobrevivência (Kaplan-Meier) dos três grupos etários demonstrando o tempo em que os voluntários retornam a sua frequência cardíaca basal.....	27
Figura 7 – Variação das medidas de duplo-produto entre medidas basal, de intervalo e final conforme grupos estudados.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição do grupo amostral pela mediana, primeiro e terceiro quartil. .24	
Tabela 2 – Variáveis hemodinâmicas durante a execução do esforço isocinético representadas pelas medianas, primeiro e terceiro quartil.....25	
Tabela 3 – Comparação das diferenças entre os valores (mediana, primeiro e terceiro quartil) basal e de intervalo ($\Delta 1$) e basal e final ($\Delta 2$).28	

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

- BPM** – Batimentos por minuto
- CNS** – Conselho Nacional de Saúde
- DC** – Débito cardíaco
- DP** – Duplo-produto
- FC** – Frequência cardíaca
- °C** – Grau Celsius
- G1** – Grupo de 30 a 45 anos
- G2** – Grupo de 45 a 60 anos
- G3** – Grupo de 60 a 75 anos
- HVE** – Hipertrofia ventricular esquerda
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IMC** – Índice de massa corpórea
- kg/m²** – Quilos por metro quadrado
- mmHg.bpm** – Milímetros de mercúrio por batimentos por minuto
- MVO₂** – Consumo de oxigênio pelo miocárdio
- N** – Número de voluntários
- NO** – Óxido nítrico
- NY** – New York
- P** – Significância estatística
- PA** – Pressão arterial
- PAD** – Pressão arterial diastólica
- PAS** – Pressão arterial sistólica
- PR** – Paraná
- RM** – Repetição máxima
- RVP** – Resistência vascular periférica
- SESC** – Serviço Social do Comércio
- SP** – São Paulo
- TCLE** – Termo de consentimento livre e esclarecido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo principal	17
2.2 Objetivos secundários	17
3 METODOLOGIA	18
3.1 Caracterização da Pesquisa	18
3.2 Amostragem	18
3.3 Procedimentos do Estudo	19
3.4 Análise dos Dados	23
4 RESULTADOS	24
5 DISCUSSÃO	30
6 CONCLUSÃO	34
7 REFERÊNCIAS	35
8 APÊNDICES	39
8.1 Apêndice A	39
8.2 Apêndice B	42

1 INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento da população é considerado um fenômeno mundial. No Brasil, segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2025 a população apresentará 32 milhões de indivíduos acima de 60 anos de idade, correspondendo mais do que 13% de toda a população.¹ Tal crescente número de idosos na sociedade atual exige uma contínua adaptação de todo sistema sócio-político, decorrente das necessidades do processo de senescência, que promove a deterioração funcional e estrutural em órgãos e sistemas do corpo humano mesmo com a ausência de qualquer doença.^{2,1}

As doenças crônico-degenerativas também se relacionam aos fatores genéticos e hábitos de vida que estão envolvidos no surgimento, gravidade e prognóstico de eventos cardíacos.^{3,4}

O sistema cardiovascular e muscular podem ser considerados bons exemplos desta relação. Estudos mostram que níveis basais mais elevados de frequência cardíaca e pressão arterial de um adulto de meia-idade estão associados ao desenvolvimento de alguma doença crônica e incapacidade física futura.^{5,6} Ressalta-se que um terço dos óbitos no mundo são decorrentes de doenças cardiovasculares que estão fortemente relacionadas com a senescência.^{3,4,7}

A prescrição do exercício físico vem sendo grandemente disseminada para se reduzir os impactos sobre os sistemas musculoesquelético e cardiovascular, principalmente em populações de risco, como idosos, para prevenir a perda de independência e de autonomia, bem como reduzir mortalidade prematura.^{2,4,8} Mais recentemente vem aumentando também o volume de evidências científicas favoráveis ao exercício de fortalecimento muscular.^{4,9} No entanto, ainda existe uma lacuna de conhecimento sobre seus efeitos fisiológicos e quais são os parâmetros de prescrição em diferentes faixas etárias que contemplam efetividade e segurança.^{4,10}

Conforme a relação entre contração muscular e movimento articular o exercício físico pode ser classificado em isométrico, isotônico e isocinético.¹¹

A contração isométrica ocorre em um exercício estático onde o músculo não altera o ângulo da articulação sobre a qual age, e conseqüente proporciona maior aumento da resistência vascular periférica.¹¹

A contração isotônica se relaciona a um exercício dinâmico, pois promove movimentação articular com variação pequena (quase constante) do tônus muscular em todo o arco de movimento.¹¹

A contração isocinética também é dinâmica, mas se caracteriza pela velocidade angular constante em toda a amplitude de movimento articular. A manutenção da velocidade em um valor predeterminado é garantida por meio de um equipamento, chamado dinamômetro isocinético, que impõe resistência variável conforme o esforço muscular. Assim se o indivíduo faz maior esforço, o aparelho aumenta a resistência na mesma proporção.^{12,13}

Diferentes velocidades angulares podem ser programadas no equipamento e têm sido utilizadas na avaliação de aspectos distintos da função muscular. Assim, força, potência e resistência têm sido estudadas com o uso das velocidades angulares de 60°, 180° e 240° por segundo, respectivamente.¹²

A dinamometria isocinética, em comparação às demais formas de mensuração de esforço, proporciona medidas mais objetivas da função muscular e melhor detecção de desequilíbrios musculares. Através dela é possível quantificar a capacidade de produzir torque muscular e de gerar trabalho e a fadiga de diversos grupos musculares. Este recurso pode ser utilizado não apenas para avaliar, mas também para realizar treinamento muscular em diferentes populações, sejam esportistas de alto rendimento ou populações especiais como os idosos.^{12,14}

Qualquer prática de exercício físico implica a retirada do organismo de sua homeostasia, devido ao incremento do consumo de energia pela contração muscular ativa e pela maior demanda cardiorrespiratória.¹⁵ A frequência cardíaca (FC) e a pressão arterial (PA) são amplamente usadas para monitorar o exercício, porém isoladamente não trazem segurança suficiente, ainda mais quando associada a doenças cardiovasculares e ao envelhecimento.^{16,17}

O consumo de oxigênio necessário à contração do miocárdio em repouso é de 10 a 20% da sua capacidade total e está relacionado com a contratilidade, com o trabalho ventricular e particularmente com a frequência cardíaca. O exercício aumenta a demanda de oxigênio pelo miocárdio, que gera o acréscimo de 3 a 5 vezes no fluxo sanguíneo coronariano, a diminuição de aproximadamente 20 a 30% da resistência vascular coronariana e o aumento de 20 a 40% da pressão arterial média.¹⁸

O duplo-produto (DP) é um parâmetro facilmente obtido pela multiplicação da pressão arterial sistólica (PAS) pela FC, que se relaciona estreitamente com a função ventricular e com o consumo de oxigênio pelo miocárdio em uma correlação de 0,88.^{17,19,20} Em concordância, Miranda et al (2007)²¹ apontam o DP como o mais fidedigno indicador do trabalho do coração durante o esforço físico.

Para McArdel et al (2011)²² as modificações na frequência cardíaca e na pressão arterial contribuem igualmente para as mudanças no DP, sendo que valores típicos variam de 6.000 bpm.mmHg em repouso (FC=50 bpm e PAS=120 mmHg) a 40.000 bpm.mmHg (FC=200 bpm e PAS=200 mmHg) ou mais, dependendo da intensidade e modalidade do exercício. Valores baixos de DP durante o exercício físico indicam doença cardíaca e maior propensão à mortalidade, no entanto a interpretação dos valores do DP apresenta alguma dificuldade, pois não estão bem definidos os valores de referência em repouso, exercício submáximo e máximo.²³

O envelhecimento está associado à hipertrofia ventricular esquerda (HVE), que embora se apresente com redução do número de miócitos, acompanha-se do aumento no diâmetro destas células e da elevação na deposição de colágeno, levando a ligeiro acréscimo do peso do coração e facilitando o processo de fibrose, mesmo em idosos sem doença cardiovascular.^{24,25,26} A HVE é favorecida pelo aumento da rigidez aórtica que causa elevação da velocidade de onda de pulso e acréscimo da pressão arterial sistêmica.^{4,27} Além disso, todo o sistema arterial desenvolve lesões arterioscleróticas que envolvem a camada média e a íntima, com diminuição e fragmentação da elastina, aumento de proteoglicanas, migração e proliferação de células musculares lisas, e espessamento da parede do vaso, que se torna alongado, tortuoso e mais rígido.^{24,28}

Na camada íntima estão localizadas as células endoteliais que produzem óxido nítrico (NO), uma substância que promove vasodilatação, previne a proliferação da musculatura lisa vascular e reduz a agregação plaquetária.^{29,30,31} O envelhecimento dos vasos e o aumento da variabilidade da pressão reduzem a produção de NO, o que favorece a ativação de mecanismos pró-oxidativos e inflamatórios e reduz a capacidade de relaxamento vascular.^{4,26,32} O aumento da variabilidade da pressão arterial no idoso deve-se à redução da função barorreflexa em associação com o aumento da rigidez e da redução da complacência dos vasos.³

A resposta ao estímulo β -adrenérgico também se encontra reduzida devido a menor ativação neural e diminuição da densidade dos receptores, o que compromete os ajustes momentâneos na resistência vascular periférica (RVP) e leva a um atraso das respostas pressóricas.^{24,33}

Em relação ao coração, mesmo durante o repouso existem alterações na função sistólica, porém a fração de ejeção e o volume sistólico encontram-se preservados devido à manutenção da FC e do débito cardíaco (DC). As principais alterações são a diminuição da capacidade de relaxamento do miocárdio associada à fibrose e aumento do período refratário, que afetam diretamente o ventrículo esquerdo durante o enchimento diastólico inicial levando a disfunção diastólica do idoso.^{4,24}

Um indivíduo de 80 anos reduz em 80% a capacidade de enchimento diastólico do ventrículo esquerdo, porém compensa parcialmente essa deficiência aumentando o enchimento diastólico final.^{4,26} Assim quando idosos atingem o pico do débito cardíaco, por exemplo durante a prática de uma atividade desportiva, o valor atingido é de 20 a 30% inferior ao de adultos jovens e saudáveis.^{4,24,26}

Durante o exercício resistido há aumento da atividade simpática, da concentração plasmática de angiotensina II, da frequência cardíaca e da pressão arterial.^{34,35} A contração muscular leva à oclusão vascular que aumenta a RVP causando maiores incrementos de PA e FC.^{15,36,37} Esta sobrecarga poderia aumentar o risco em procedimentos de reabilitação e/ou condicionamento físico, predispondo ao surgimento de eventos cardiovasculares, especialmente em idosos.^{20,36,38} A adequada resposta de idosos frente a exercícios resistidos só pode ocorrer em boas condições de irrigação coronariana e função miocárdica, o que pode ser revelado através da mensuração das variações do duplo-produto.^{16,39}

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

Comparar as variações de parâmetros hemodinâmicos – frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto – após a realização de esforço muscular isocinético de flexo-extensão de joelhos em diferentes faixas etárias.

2.2 Objetivos secundários

Analisar as alterações da frequência cardíaca, pressão arterial sistêmica e duplo-produto antes, durante e após a realização de esforço muscular isocinético de quadríceps e ísquio-tibiais bilateralmente em indivíduos de mesma faixa etária.

Confrontar o tempo de retorno à frequência cardíaca basal após esforço muscular isocinético de quadríceps e isquiotibiais bilateralmente em diferentes faixas etárias.

Comparar alterações da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto antes durante e após a realização do esforço muscular isocinético de quadríceps e ísquio-tibiais bilateralmente entre gêneros.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da Pesquisa

Estudo observacional transversal analítico, submetido à Plataforma Brasil e aprovado por meio do protocolo 16202613.6.0000.5413, conforme resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

3.2 Amostragem

Os indivíduos foram recrutados no município de Jacarezinho-Paraná a partir de convites verbais apresentados a professores e funcionários da Universidade Estadual do Norte do Paraná, a professores de colégios públicos voltados ao ensino médio, a frequentadores das igrejas católicas e do clube do Serviço Social do Comércio (SESC).

Os critérios de inclusão foram: a) idade entre 30 a 75 anos de ambos os gêneros; b) ausência de atividade física regular, ou seja, indivíduos que realizam semanalmente período igual ou inferior a 90 minutos de atividade, segundo critérios da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte; c) normotensos, segundo critérios estabelecidos pela VI Diretriz Brasileira de Hipertensão.

Os critérios de exclusão foram: a) comprometimentos osteoarticulares com prejuízo da avaliação isocinética e/ou alterações cardiovasculares e metabólicas diagnosticadas previamente; b) consumo de substâncias ergogênicas e esteroides anabolizantes; c) consumo de cafeína ou álcool em até 24 horas antes da avaliação física; d) índice de massa corpórea (IMC) igual ou superior a 30 kg/m²; e) comprometimentos neurológicos; f) uso de medicações que alteram PA ou FC; g) realização de qualquer exercício físico nas 24 horas precedentes.

O recrutamento, inclusão e testagem da amostra estão representados no fluxograma (Figura 1).

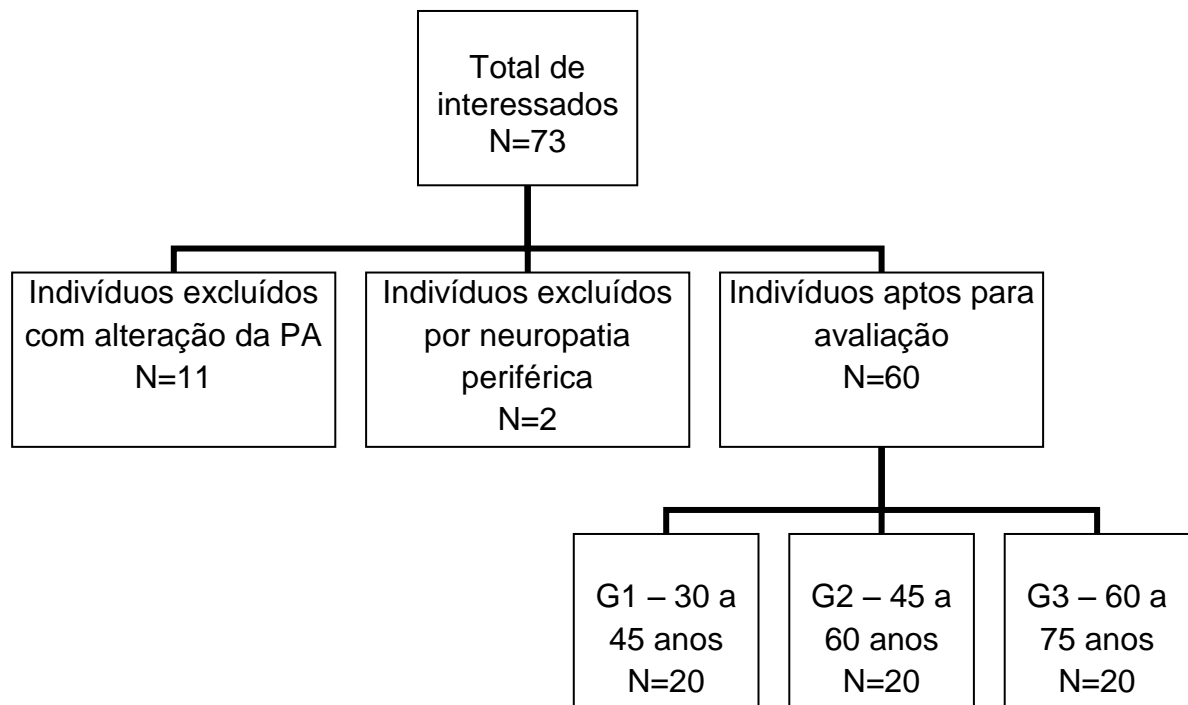


Figura 1 – Fluxograma de distribuição dos grupos amostrais.

A amostra foi composta por 60 voluntários do gênero feminino e masculino, distribuídos igualmente em três faixas etárias distintas: grupo 1 (G1) entre 30 a 45 anos, grupo 2 (G2) acima de 45 anos até 60 anos, e grupo 3 (G3) acima de 60 anos até 75 anos. Os participantes do G3 deveriam apresentar um atestado médico autorizando exercícios físicos ou passar por uma avaliação clínica, a fim de prevenir intercorrências durante a avaliação.

Aos voluntários foi apresentado e explicado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Anexo 1), abordando todos os procedimentos da pesquisa e ratificando a total liberdade para aceitar ou recusar a participação a qualquer momento do estudo.

3.3 Procedimentos do Estudo

Realizado no Laboratório de Avaliação Física do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná, no município de Jacarezinho-PR.

Todos os indivíduos foram submetidos a um teste de força muscular em dinamômetro isocinético Biodex™ modelo Multi Joint System 4 Pro, Shirley, NY, Estados Unidos (Figura 2), obedecendo a um protocolo de 60º por segundo de velocidade angular para quadríceps bilateralmente, de forma concêntrica para os

grupos musculares agonistas e antagonistas, durante 5 repetições em cada membro avaliado, para indivíduos do gênero feminino e masculino entre 30 a 75 anos de idade. O protocolo escolhido é de baixa velocidade e de baixa repetição com esforço máximo, caracterizando o exercício de força muscular, visando maior incremento da resistência vascular periférica.

Os indivíduos foram submetidos ao questionário de identificação e perguntas referentes a doenças e hábitos, como ingestão de café e/ou bebida alcoólica nas últimas 24 horas, busca de assistência médica pela última vez entre outros (Anexo 2).

As avaliações físicas foram realizadas em ambiente climatizado com temperatura de 23° C e no mesmo período do dia.³

Os indivíduos foram submetidos à pesagem por meio da balança antropométrica digital da marca Filizola[®] modelo PL 180, São Paulo, SP, Brasil, e medida de altura com o estadiômetro com escala de 1 cm da marca Welmy[®] Santa Barbara do Oeste, SP, Brasil, tais recursos foram utilizados afim de apontar o IMC, posteriormente o pesquisado permaneceu ao menos 15 minutos sentado em repouso, em uma cadeira com encosto e apoio para os braços, antes de iniciar a avaliação física, como o protocolo seguido por Veloso et al, 2003.³⁸

A pressão arterial foi aferida pelo método indireto oscilométrico e automático com a utilização do equipamento da marca Omron[®] modelo HEM-742, Bannockburn, Illinois, Estados Unidos, validado pela *European Society of Hypertension*, que foi mensurado no braço esquerdo obedecendo aos critérios do *VII Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (2003)*⁴⁰, onde recomenda-se a posição sentada do indivíduo com os pés descruzados e apoiados no chão, e o braço apoiado no nível do coração.

Posteriormente foi quantificada a frequência cardíaca pelo frequencímetro de pulso da marca Polar[®] modelo FT1, Kempele, Finlândia. Os indivíduos permaneceram sentados por 1 minuto e foram feitas mensurações da FC a cada 5 segundos, obtendo-se a FC basal através da média dos doze valores anotados.

A seguir foi realizada a avaliação no dinamômetro isocinético, com o voluntário sentado na cadeira do equipamento posicionada em 85° de flexão de quadril, eixo de rotação da alavanca alinhado ao centro da articulação do joelho

(côndilo lateral), cintos posicionados sobre tronco (cruzados), região pélvica, e em volta da coxa do membro contralateral e tornozelo homolateral ao membro avaliado. Este posicionamento seguiu o protocolo de Potulski et al (2011)⁴¹ porém com a colocação do cinto sobre a coxa contralateral ao invés de homolateral ao membro avaliado para se evitar aumento da resistência vascular periférica e alteração pressórica (Figura 3).

Primeiramente os voluntários passaram por uma adaptação ao equipamento realizando três repetições em cada membro sem uso da Manobra de Valsalva. O teste foi constituído por 5 repetições máximas, com velocidade angular de 60º/segundo, iniciando-se com a contração concêntrica do músculo de quadríceps, seguida pela contração dos ísquio-tibiais. Todos os testes foram realizados sob a orientação do examinador e estimulados por comandos verbais de “Força, força, força”, a fim de se promover amplitude de movimento correta e força máxima do voluntário. As avaliações foram realizadas nos dois membros inferiores alternadamente, iniciando-se pelo membro dominante (Figura 4). No intervalo entre os testes dos dois membros havia uma pausa de 60 segundos que era necessária ao ajuste do módulo de fixação do membro e reposicionamento do dinamômetro para realização do teste contralateral. Neste momento foi aplicada a Escala de Percepção de Esforço de Borg, cuja resposta do indivíduo deveria apresentar-se com a pontuação máxima de 16, descrita como esforço cansativo, para que se pudesse proceder à avaliação do outro membro.



Figura 2 - Dinamômetro isocinético Biodex™ modelo Multi Joint System 4 Pro, Shirley, NY, Estados Unidos.



Figura 3 – Voluntário posicionado no dinamômetro isocinético.

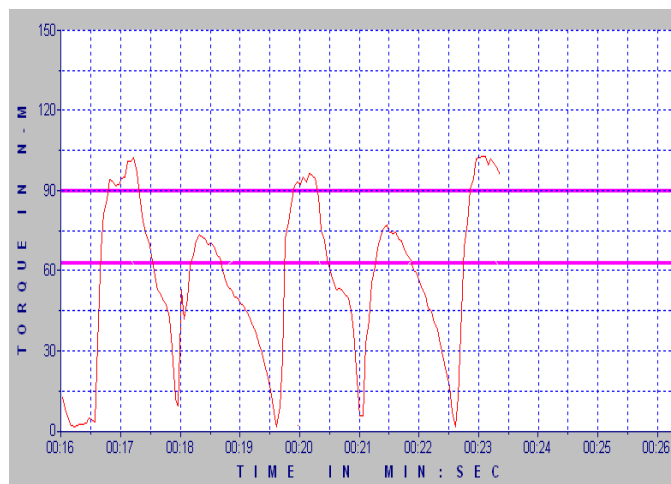


Figura 4 – Demonstração gráfica de esforço isocinético.

Durante a prática da avaliação um segundo avaliador registrou a FC a cada 5 segundos a partir da FC basal até o momento em que o voluntário retornava aos seus valores de repouso.

Os valores de PA foram registrados ao início da avaliação, ao término do exercício de força do membro dominante, após o teste no membro contralateral, e por fim ao se atingir a FC cardíaca basal, sendo mensurada a fim de verificar se a mesma apresentava valores inferiores a 140X90 mmHg com o intuito de promover maior segurança na liberação do voluntário.

3.4 Análise dos Dados

A análise estatística foi realizada com o Software Bioestat.[®] versão 5.3. A estatística descritiva utilizou-se de medianas e intervalos interquartílicos, já que o teste de Shapiro Wilk indicou a não normalidade dos dados. Na análise de pressão arterial sistólica e diastólica, frequência cardíaca e duplo-produto, para amostras independentes foi utilizado o teste não-paramétrico *Kruskal-Wallis* com *post hoc* de *Dunn*. Para a comparação de amostras dependentes utilizou-se o teste não-paramétrico de *Friedman* com *post hoc* de *Dunn*. Para a análise do tempo de retorno à FC basal foi utilizada curva de *Kaplan-Meier* e posterior para verificar a significância estatística o *log-rank test*. Foram considerados significantes os valores de P igual ou menor que 0,05.

4 RESULTADOS

Na tabela 1 foram mostrados parâmetros antropométricos e hemodinâmicos dos 3 grupos etários, sendo cada grupo composto por 20 indivíduos, sendo 10 do gênero masculino e 10 gênero feminino. Foi observada diferença significativa apenas da PA sistólica basal do G3 em comparação aos outros grupos (G1 e G2).

Tabela 1 – Descrição do grupo amostral pela mediana, primeiro e terceiro quartil.

	G1	G2	G3	P
Voluntários (n)	20	20	20	
Idade	34(32/40,2)	53(50/55)	67(64/69,2)	
Peso	73(65,7/86,2)	71,5(59,7/80)	69,5(63/74,2)	0,47
Altura	1,67(1,59/1,75)	1,69(1,60/1,72)	1,60(1,58/1,69)	0,27
IMC	26,7(23,8/28,4)	25,9(23/26,6)	25,8(24,1/27,7)	0,67
PAS basal	123(118,7/125)	122,5(119/128)	130(126/131,2)	0,003*†
PAD basal	80,5(77,7/83)	78(76/83,7)	82(75,7/83,2)	0,79
FC basal	71(68/78,5)	70(65,7/76,2)	72(63,5/77,5)	0,78
DP basal	9457(8317/10342)	8421(7754/9572)	9003(8270/9784)	0,35

*: diferença estatisticamente significativa entre G1 e G3; †: diferença estatisticamente significativa entre G2 e G3; P<0,05; IMC: índice de massa corpórea; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca; DP: duplo-produto. Comparação intergrupos pelo teste de *Kruskal-Wallis*.

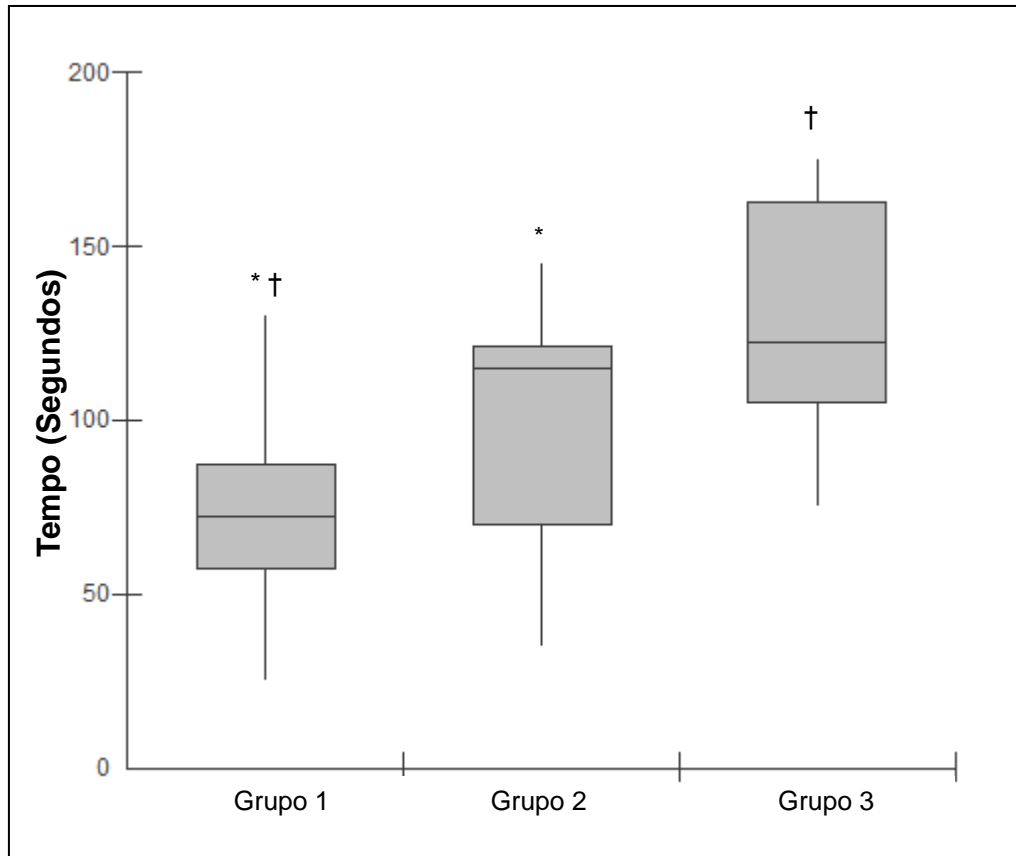
A descrição da evolução das variáveis de acordo com a execução do esforço isocinético (tabela 2), foi observado que os 3 grupos etários apresentaram diferença significativa entre os períodos basal para o intervalo e basal para o término da avaliação em relação a PAS, FC e DP, a PAD somente apresentou diferença significativa no G2 entre o período basal e intervalo.

Tabela 2 – Variáveis hemodinâmicas durante a execução do esforço isocinético representadas pelas medianas, primeiro e terceiro quartil.

	G1	G2	G3
FC basal	71(68/78,5)	70(65,7/76,2)	72(63,5/77,5)
FC intervalo	97,5(85,7/103,2)	96(85,7/101,5)	92,5(89/100,2)
FC final	102(89,2/104,2)	95(88,5/104,5)	97(90,5/102,2)
Valor de P	0,0001*†	0,0001*†	0,0001*†
PAS basal	123(118,7/125)	122,5(119/128)	130(126/131,2)
PAS intervalo	129,5(122,5/133,7)	131(125,5/135,5)	148(137,7/158)
PAS final	131(122/137)	134(122,5/143)	147,5(140,7/158,5)
Valor de P	0,004*†	0,0002*†	0,0001*†
PAD basal	80,5(77,7/83)	78(76/83,7)	82(75,7/83,2)
PAD intervalo	83(76,7/84,2)	83(79,7/85,5)	82(80/86,2)
PAD final	79(75/83,5)	80,5(77,5/88)	82(78,7/85,5)
Valor de P	0,86	0,01*	0,18
DP basal	9457(8317/10342)	8421(7754/9572)	9003(8270/9784)
DP intervalo	11022(10172/13995)	12394(11018/14002)	14000(12381/14852)
DP final	10899(9963/13681)	12580(11502/14307)	14158(13306/16260)
Valor de P	0,0002*†	0,0001*†	0,0001*†

*: diferença estatisticamente significativa entre os períodos basal e intervalo; †: diferença estatisticamente significativa entre os períodos basal ao final; P<0,05; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; DP: duplo-produto. Comparação intragrupo pelo teste de *Friedman*.

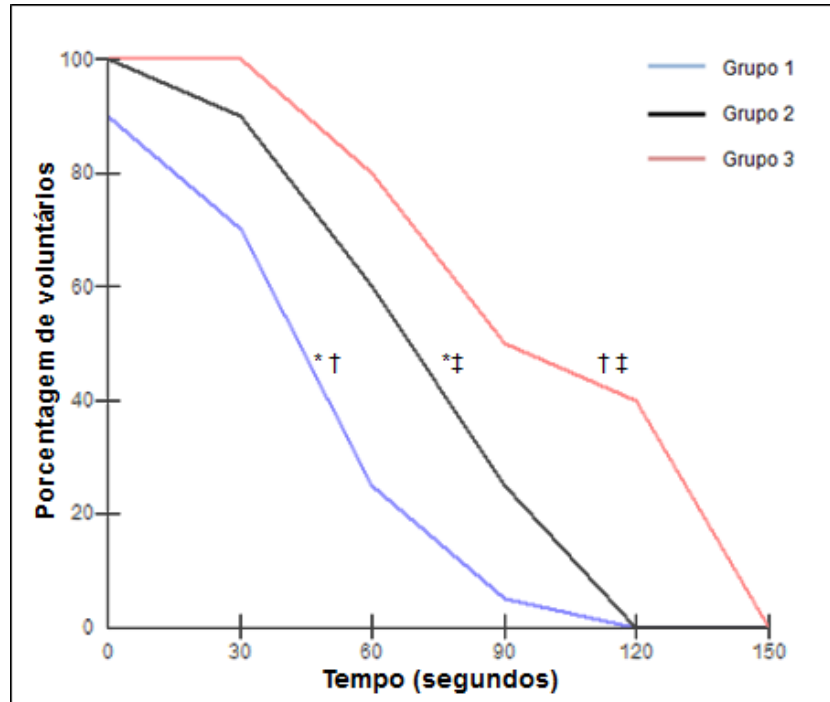
Na figura 5 é observado o tempo para o retorno à frequência cardíaca basal após o esforço isocinético bilateralmente, onde G1 apresentou mediana de tempo de 72,5 segundos, G2 de 115 segundos e G3 de 122,5 segundos, observando assim diferença significativa entre G1 e G2 e entre G1 e G3, com $P = 0,001$.



*: diferença estatisticamente significante entre G1 e G2; †: diferença estatisticamente significante entre G1 e G3; $P < 0,05$. Comparação intergrupos pelo teste de *Kruskal-Wallis*.

Figura 5 – Tempo de retorno à frequência cardíaca basal após o esforço isocinético.

A figura 6 mostra que os três grupos diferiram em relação ao tempo de retorno à FC basal, onde o último indivíduo do G1 e G2 levou cerca de 120 segundos para o retorno de seu valor basal e do G3 de 150 segundos.



*: diferença estatisticamente significativa entre G1 e G2; †: diferença estatisticamente significativa entre G1 e G3; ‡: diferença estatisticamente significativa entre G2 e G3; $P < 0,05$. Comparação entre curvas de Kaplan-Meier por meio do *log-rank test*.

Figura 6 – Curva de análise de sobrevivência (Kaplan-Meier) dos três grupos etários demonstrando o tempo em que os voluntários retornam a sua frequência cardíaca basal.

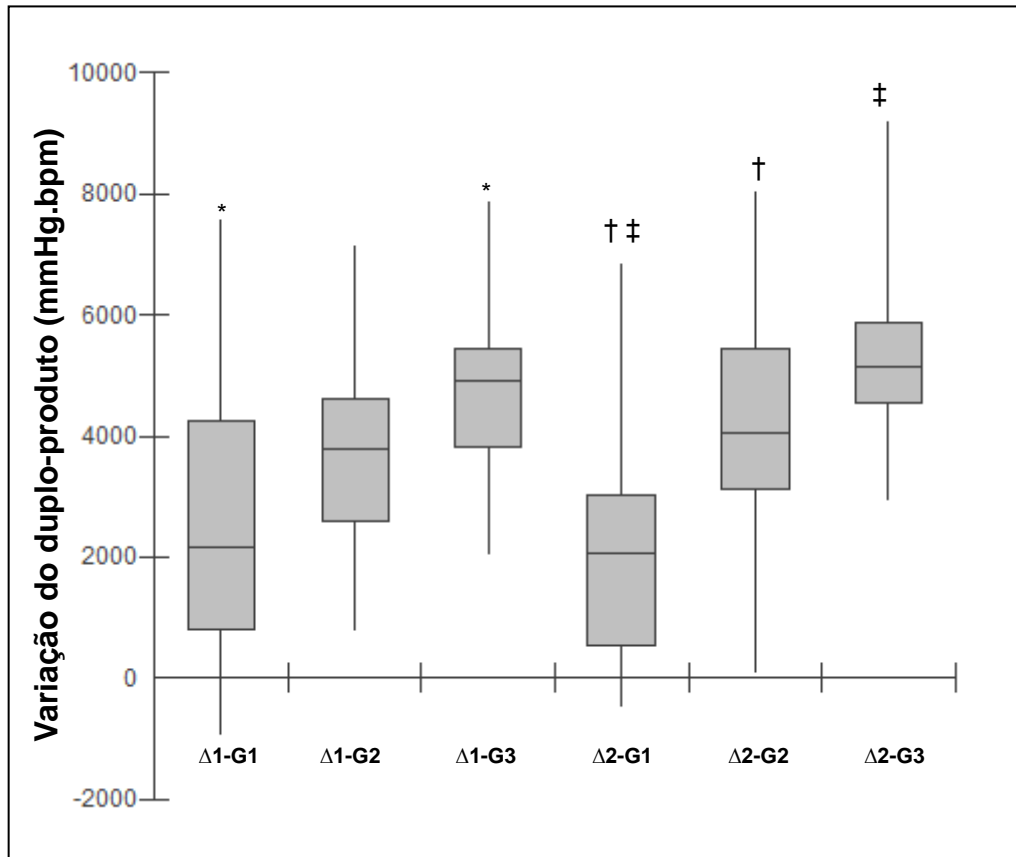
A comparação das variações em parâmetros hemodinâmicos entre medidas basal, de intervalo e final mostrou maiores elevações em PAS para o G3, principalmente em relação a G1, conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Comparação das diferenças entre os valores (mediana, primeiro e terceiro quartil) basal e de intervalo ($\Delta 1$) e basal e final ($\Delta 2$).

	G1	G2	G3	P
$\Delta 1$ PAS	7,0(0,7/11,2)	8,5(3,5/12,2)	18,5(10,7/25,7)	0,0002*†
$\Delta 2$ PAS	7,0(1,5/11,2)	10,5(7,2/21)	17,5(12,7/30)	0,0002*
$\Delta 1$ PAD	0,0(-2,2/5)	2,5(0,7/4,2)	3,5(0,2/11)	0,17
$\Delta 2$ PAD	0,0(-2,2/2,2)	2,5(-3,0/4,5)	2,0(-1,2/8,0)	0,39
$\Delta 1$ FC	21,5(17,2/28)	25(15,7/27,5)	22,5(19/30,2)	0,86
$\Delta 2$ FC	23(17/28,7)	24,5(15/31,7)	23(21/31,5)	0,71

*: diferença estatisticamente significativa entre G1 e G3; †: diferença estatisticamente significativa entre G2 e G3; P<0,05; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; DP: duplo-produto. Comparação intergrupos pelo teste de Kruskal-Wallis.

Na figura 7 se pode observar que no $\Delta 1$ houve diferença significativa (0,0001) entre G1 = 2.168,5 mmHg.bpm (mediana) e G3 = 4.910,5 mmHg.bpm, e que no $\Delta 2$ houve diferença significativa (0,0001) entre G1 = 2.075,5 mmHg.bpm e os dois outros grupos, G2 = 4.062 mmHg.bpm e G3 = 5.144,5 mmHg.bpm.



*: diferença estatisticamente significativa entre $\Delta 1-G1$ e $\Delta 1-G3$; †: diferença estatisticamente significativa entre $\Delta 2-G1$ e $\Delta 2-G2$; ‡: diferença estatisticamente significativa entre $\Delta 2-G1$ e $\Delta 2-G3$. $P < 0,05$. Comparação intergrupos pelo teste de *Kruskal-Wallis*.

$\Delta 1$: variação entre medida basal e de intervalo; $\Delta 2$: variação entre medida basal e final.

Figura 7 – Variação das medidas de duplo-produto entre medidas basal, de intervalo e final conforme grupos estudados.

Não houve diferença significativa nas variáveis de FC, PA e DP durante e após o esforço isocinético na comparação entre indivíduos do gênero feminino e masculino.

5 DISCUSSÃO

Este estudo mostrou as variações de parâmetros hemodinâmicos frente a um exercício isocinético de membros inferiores em indivíduos de diferentes faixas etárias.

Os valores basais de FC, PAD e DP dos grupos estudados não diferiram significativamente, exceto a PAS do grupo entre 60 a 75 anos em relação aos demais, possivelmente devido às conhecidas alterações estruturais da circulação secundárias ao envelhecimento. Embora em repouso não se tenha observado diferenças significativas entre as faixas etárias, a partir da submissão do indivíduo ao estresse do exercício de força muscular isocinético foram evidenciadas diferentes respostas hemodinâmicas.

Houve aumento de FC, PAS e DP em cada um dos grupos em decorrência do esforço físico, mas não na PAD. Este padrão de resposta é visto com exercícios aeróbios, mas não em esforços isométricos que também elevam PAD por aumento da resistência vascular periférica (RVP). Isso sugere que o componente isométrico em nosso protocolo não foi preponderante. As elevações de PA em nosso estudo foram mais modestas do que as elevações de FC, o que está de acordo com Akdur et al (2002)⁴² que compararam exercícios estáticos e dinâmicos e verificaram que exercício estático causa maior incremento da PA enquanto o exercício dinâmico promove maior aumento da FC.

No entanto o componente isométrico em nosso protocolo ainda é consideravelmente maior que em outros protocolos utilizados na literatura. Iellamo et. al. (1997)¹¹ compararam exercício isocinético, isotônico e isométrico e observaram que as elevações de PA e FC foram menores para o exercício isométrico, mas sem diferenças entre o esforço isocinético e isotônico. Naquele protocolo os autores utilizaram 30 repetições com baixa intensidade de resistência (40% do pico de torque) e velocidade angular de 180º/segundo, o que corresponde a um esforço isocinético com maior componente isotônico em comparação ao nosso protocolo de 5 repetições por membro avaliado, com velocidade angular de 60º/segundo e força máxima durante as repetições. Apesar disso, as elevações de PA e FC tiveram maior amplitude no estudo de Iellamo et al porque a quantidade de repetições, e portanto a duração do esforço, foram maiores do que em nosso estudo.

Para equilibrar as comparações dos grupos etários com diferentes valores basais utilizou-se o valor de variação (Δ) entre as medidas basal–intervalo e basal–final. Com isso, as alterações hemodinâmicas foram significativas entre a medida basal e de intervalo e entre basal e final, no entanto não houve incremento adicional entre intervalo e final. Embora D’Assunção et al (2007)³⁷ tenham demonstrado que intervalos curtos entre as séries de execução do esforço podem desencadear um efeito somativo e conseqüentemente maior estresse cardiovascular, o intervalo de um minuto entre a testagem dos membros inferiores do nosso protocolo pode ter oferecido tempo suficiente para a recuperação dos indivíduos.

Não houve diferença da FC entre as faixas etárias provavelmente porque a pequena massa muscular envolvida, a baixa quantidade de repetições e a curta duração do esforço, não proporcionaram intensidade de exercício alta o suficiente para evidenciar as diferentes reservas funcionais entre indivíduos jovens e idosos.

A PAS se elevou nos 3 grupos após o exercício em resposta ao esforço máximo, concordante com o estudo de Taylor et al (2003)⁴³ que mostrou maior elevação da PA com o aumento da força muscular empregada.

A elevação do DP ocorreu fundamentalmente por aumento da FC, como visto no estudo de Miranda et al (2005)¹⁷ em que os valores do DP se apresentaram mais sensíveis à influência da FC no exercício de força muscular. A variação do período basal para final foi diferente entre G1 e G2 e entre G1 e G3 e mesmo a variação de basal para intervalo foi significativa entre G1 e G3, apontando que conforme o avançar da idade, maior se torna o gasto de oxigênio pelo miocárdio durante um exercício de força muscular isocinético em membros inferiores. O estudo Kates et al (2003)⁴⁶ corrobora que o aumento no consumo de oxigênio pelo miocárdio em indivíduos sedentários é maior no grupo de mais velhos do que em adultos jovens.

Hui et al (2000)²³ concluiu que os valores do DP estão associados com a aptidão física, pois seu aumento se relacionou a maiores valores de VO_2 máx. Como a amostra selecionada era sedentária, por critério de inclusão, era de se esperar valores baixos de DP.

Os valores de DP durante o exercício resistido sofrem influência da massa muscular ativada, da posição corporal, do tipo de ativação muscular

(isotônica, isométrica e isocinética), da duração e da intensidade do exercício, do número de séries e dos intervalos entre elas, o que justifica as diferenças encontradas entre este estudo e outros com protocolos bastante distintos.³⁶

Gotshall et al (1999)⁴⁵ e Santos et al (2008)³⁶ observaram maiores valores de PA, FC e DP a partir da terceira série de exercício enquanto Miranda et al (2005)¹⁷ observaram valores mais significativos a partir da segunda série de um protocolo de força muscular para extensão de joelho em três séries de 10 repetições. Ambos os estudos utilizaram maior duração e maior número de séries.

O estudo de Farinatti & Assis (2000)⁴⁴ com exercício isotônico pontua que o DP varia mais em função do número de repetições do exercício do que em relação à carga absoluta mobilizada. Apesar da baixa quantidade de repetições em nosso protocolo a utilização de esforço máximo foi suficiente para causar elevação do DP. Caso nosso protocolo utilizasse maior quantidade de repetições talvez fosse possível obter elevações de DP mais relacionadas a variações pressóricas e eventualmente poderíamos evidenciar maiores diferenças entre os grupos etários relacionadas à elevação de RVP e conseqüentemente de PAD.

O maior intervalo entre estímulo e recuperação em nosso protocolo também pode ter reduzido as variações de resposta hemodinâmica mensuradas ao término da avaliação⁴⁷.

No estudo de Smolander et al (1998)⁴⁸ foram analisadas as respostas hemodinâmicas em indivíduos jovens com média de idade de 26,3 anos e idosos com média de 57 anos, sendo os ambos grupos submetidos à exercícios isométricos com carga progressiva em extensão de joelho. Os autores concluíam que indivíduos mais velhos apresentavam menores valores de FC e maiores de PA conforme a evolução de carga do esforço isométrico.

Em nosso estudo verificamos que houve maiores elevações da PA nos mais idosos, acreditamos que tal resposta cardiovascular ocorreu pelo presente protocolo apresentar um componente isométrico que aumenta a RVP sobretudo em idosos.

Overend et al (2000)⁴⁹ compararam as respostas hemodinâmicas após esforço isocinético em jovens, com média de idade de 23,2 anos, e idosos, com média de 75,2 anos, e verificaram que as elevações de PA, FC e DP ocorreram independentemente da idade. Nosso estudo apresentou resultados semelhantes para a FC, não encontrou diferença na PAD e encontrou diferença do DP em faixas

etárias distintas. O protocolo de Overend et al consta de número superior de repetições e uso de séries de exercícios que aumenta consideravelmente a intensidade do esforço em comparação ao nosso protocolo.

Em nossa pesquisa utilizamos 3 faixas etárias, ao invés de comparar somente jovens e idosos, no entanto as diferenças em nosso estudo foram mais pronunciadas entre os extremos de idade.

Nosso estudo mostrou que o tempo de retorno à FC basal após o esforço isocinético foi menor em G1 em comparação a G2 e G3, semelhante ao estudo de Gois (2014)⁵⁰ que utilizou esforço isotônico concêntrico de extensão de joelho em 3 séries de 1 repetição à 100% da RM. O tempo de retorno à FC basal também foi estudado por Queiroz et al (2013)³³, no entanto a amostra era composta por idosos fisicamente ativos, que foram submetidos a 9 exercícios resistidos para membros inferiores, com 3 séries de 8 repetições de moderada a alta intensidade. Com o nível de esforço físico muito maior os indivíduos levaram cerca de 4,5 horas para retornar aos valores basais.

A ausência de diferenças entre gêneros com relação às variáveis de FC, PA e DP pode ter diferentes bases para a explicação. Primeiramente, nossa amostra é pequena e os critérios de seleção incluem indivíduos em bom estado geral de saúde, o que reduz possíveis diferenças em um protocolo de baixa repetição. Para os indivíduos mais idosos poderia ser considerada a justificativa obtida no estudo de Leite et al (2008)⁵¹, onde as diferenças cardiovasculares entre homens e mulheres diminuíram com o passar do anos, sendo mínima ao redor dos 50 anos de idade e inexistente aos 60 anos.

Nossos achados não podem ser extrapolados para exercícios de modalidades diferentes ou com uso de distintos grupos musculares, pois há grande variação das respostas cardiovasculares, particularmente em indivíduos idosos e/ou sedentários. Outra limitação do presente estudo é a ausência da mensuração da PA durante a execução do movimento. Monteiro et al (2008)⁵² sugeriram que este seria um parâmetro de maior significância, contudo exigiria a mensuração invasiva da PA, o que é impraticável na maior parte dos contextos de prática de exercícios.

6 CONCLUSÃO

A execução de exercício isocinético de força, com baixa repetição e esforço máximo para quadríceps e ísquio-tibiais bilateralmente promoveu maiores elevações de FC, PAS e DP em indivíduos de 60 a 75 anos de idade em comparação aos de faixa etária de 30 a 45 anos e de 45 a 60 anos.

Ao confrontarmos indivíduos de mesma faixa etária foi verificado que nosso protocolo desencadeou elevações de FC, PAS e DP, porém não ocorreram acréscimos significantes da PAD apontando pouca alteração na RVP.

Foi também observado que indivíduos de maior faixa etária, apresentam maior tempo para o retorno à FC basal se comparado com o grupo mais jovem.

Por fim, não houve alterações significantes em relação à FC, PAS, PAD e DP entre homens e mulheres antes, durante e após a execução do esforço muscular isocinético.

7 REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Saúde. **Atenção à saúde da pessoa idosa e envelhecimento**. Brasília/DF. 2010.
2. Ciolac EG. **Exercise training as a preventive tool for age-related disorders: a briefreview**. Clinics. 2013; 68(5):710–717.
3. Melo RC. **Efeitos do envelhecimento e do exercício físico sobre o sistema cardiovascular de indivíduos saudáveis**. Tese (Doutorado). UFSCar. 2008
4. Queiroz ACC, et al. **Efeitos do treinamento resistido sobre a pressão arterial de idosos**. Arq Bras Cardiol. 2010; 95(1):135-140
5. Chodzko-Zajko WJ, et al. **Exercise and physical activity for older adults**. Med Sci Sports Exerc. 2009; 41(7):1510-30.
6. Ciolac EG, et al. **Resistance exercise intensity progression in older men**. Int J Sports Med. 2010; 31(6):433-438.
7. World Health Organization (WHO)-International Society of Hypertension (ISH) **Statementon management of hypertension**. J Hypertens. 2003; 21:1983-92
8. Carvalho J, et al. **Exercício de força versus exercícios aeróbicos: tolerância cardiovascular em idosos**. Rev Port Cardiol. 2003; 22(11):1315-30.
9. Galvão DA, et al. **Anabolic responses to resistance training in older men and women: A brief review**. J Aging Phys Act. 2005; 13(3):343-358
10. Silva RP, et al. **Respostas cardiovasculares agudas de três protocolos de exercício resistido em idosos**. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. 2010; 12(2):112-119.
11. Iellamo F, et al. **Effects of isokinetic, isotonic and isometric submaximal exercise on heart rate and blood pressure**. Eur J Appl Physiol. 1997; 75:89-96
12. Aquino CF, et al. **A Utilização da Dinamometria Isocinética nas Ciências do Esporte e Reabilitação**. Rev Bras Cien e Mov. 2007;15(1):93-100.
13. Hamill J, Knutzen K. **Bases biomecânicas do movimento humano**. 3a ed. Barueri. Manole. 2012.
14. Selistre LFA, et al. **Relação entre torque extensor e relação I:Q com salto unipodal triplo horizontal em jogadores profissionais de futebol**. Rev Bras Med Esporte. 2012; 18 (6):390-393.
15. Brum PC, et al. **Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular**. Rev Paul Educ Fis. 2004; 18:21-31.

16. Cruz I, et al. **Respostas agudas da pressão arterial, frequência cardíaca e duplo/produto após a execução da extensão de joelhos da forma bilateral e unilateral.** *Fit Perf J.* 2007; 6(2):111-115.
17. Miranda H, et al. **Análise da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto em diferentes posições corporais nos exercícios resistidos.** *Rev Bras Med Esporte.* 2005; 11(5):295-298.
18. Duncker DJ; Bache RJ. **Regulation of coronary blood flow during exercise.** *Physiol Rev.*2008; 88:1009-1086.
19. Fornitano LD, Godoy MF. **Duplo-produto elevado como preditor de ausência de coronariopatia obstrutiva de grau importante em pacientes com teste ergométrico positivo.** *Arq Bras Cardiol.* 2006; 86(2).138-144.
20. Polito MD, Farinatti PTV. **Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo/produto ao exercício contra/resistência: uma revisão da literatura.** *Rev Port de Ciências do Desporto.* 2003; 3(1):79-91.
21. Miranda H, et al. **Estudo da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em diferentes números de séries durante exercícios resistidos.** *Arq em Mov. – UFRJ.* 2007; 3(1):29-37.
22. McArdle WD, et al. **Fisiologia do exercício – nutrição, energia e desempenho humano.** 7ª ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2011.
23. Hui SC, et al. **Development of normative values for resting and exercise rate pressure product.** *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(8): 1520-1527.
24. Ferrari AU, et al. **Invited Review: Aging and the cardiovascular system.** *J. Appl. Physiol.* 2003; 95(6):2591-97.
25. Wakatsuki T, et al. **The biochemical response of the heart to hypertension and exercise.** *Trends Biochem Sci.* 2004; 29 (11):609-617.
26. Mendes R, Themudo JLB. **Envelhecimento e pressão arterial.** *Acta Med Port.* 2008; 21:193-198
27. Seals DR, et al. **Habitual exercise and arterial aging.** *J Appl Physiol.* 2008; 105(4):1323–1332,
28. Lakatta EG, Levy D. **Arterial and cardiac aging: major shareh olders in cardiovascular disease enterprises - Part II: The aging heart in health: links to heart disease.** *Circulation.* 2003;107:139-146
29. Deanfield JE, et al.. **Endothelial function and dysfunction: testing and clinical relevance.** *Circulation.* 2007; 115:1285-1295.

30. Lakatta EG, Levy D. **Arterial and cardiac aging: major shareh elders in cardiovascular disease enterprises - Part III: Celular and molecular clues to heart and arterial aging.** Circulation. 2003; 107:490-497
31. Maeda S, et al. **Moderate regular exercise increases basal production of nitric oxide in elderly women.** Hypertens Res. 2004; 27(12):947-953.
32. Silva AS, Zanesco A. **Exercício físico, receptores β -adrenérgicos e resposta vascular.** J Vasc Bras. 2010; 9(2):47-56.
33. Queiroz ACC, et al. **Cardiac work remains high afters trength exercise in elderly.** Int J Sports Med. 2013; 34:391–397.
34. Lopes FL, et al. **Redução da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos de meia/idade e o efeito do treinamento de força.** Rev Bras Fisioter. 2007; 11(2):113-119.
35. Forjaz CLM, et al. **Exercício resistido para o paciente hipertenso: indicação ou contra-indicação.** Rev Bras Hipertens. 2003; 10(2):119-124.
36. Santos EMR, et al. **Respostas cardiovasculares agudas em diferentes exercícios de força.** Rev SOCERJ. 2008. 21(3):166-172.
37. D'Assunção W, et al. **Respostas cardiovasculares agudas no treinamento de força conduzido em exercícios para grandes e pequenos grupamentos musculares.** Rev Bras Med Esporte. 2007; 13(2):118-122.
38. Veloso U, et al. **Exercícios contínuos e fracionados provocam respostas cardiovasculares similares em idosos praticantes de ginástica?** Rev Bras Med. Esporte. 2003; 9(2):78-84.
39. Bonow RO, et al. **Braunwald – Tratado de doenças cardiovasculares.** 9^a ed. Rio de Janeiro. Saunders Elsevier. 2012.
40. Chobanian AV, et al. **Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure.** Hypertension. 2003; 42(6):1206-52.
41. Potulski AP, et al. **Pico de torque muscular de flexores e extensores de joelho de uma população geriátrica.** Rev Bras de Ciências da Saúde. 2011; 9(28): 25-30.
42. Akdur H, et al. **Comparison of cardiovascular responses to isometric (static) and isotonic (dynamic) exercise tests in chronic atrial fibrillation.** J Heart J. 2002; 43:621-629
43. Taylor AC, et al. **Isometric training lowers resting blood pressure and modulates autonomic control.** Med Sci Sports Exerc. 2003; 35(2):251-256.

44. Farinatti PTV, Assis BFC. **Estudo da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em exercícios contra-resistidos e aeróbicos contínuos.** Rev Bras Ativ Fís Saúde. 2000; 5(2).
45. Gotshall RW, et al. **Noninvasive characterization of the blood pressure response to the double-leg press exercise.** J Exerc Physiol Online. 1999; 2(4).
46. Kates AM, et al. **Impact of aging on substrate metabolism by the human heart.** J Am Coll Cardiol. 2003; 41(2):293-299.
47. Castinheiras Neto AG, et al. **Respostas cardiovasculares ao exercício resistido são afetadas pela carga e intervalos entre séries.** Arq Bras Cardiol. 2010.
48. Smolander J, et al. **Heart rate and blood pressure responses to isometric exercise in young and older men.** Eur J Appl Physiol. 1998; 77:439-444.
49. Overend TJ, et al. **Cardiovascular stress associated with concentric and eccentric isokinetic exercise in young and older adults.** J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2000; 55(4):177-182.
50. Gois MO, et al.. **The influence of resistance exercise with emphasis on specific contractions (concentric vs. eccentric) on muscle strength and post/exercise autonomic modulation: a randomized clinical trial.** Braz. J. Phys. Ther. 2014; 18(1):30-37.
51. Leite ST, et al. **Respostas cardiovasculares a mudança postural e capacidade aeróbia em homens e mulheres de meia-idade antes e após treinamento físico aeróbio.** Rev Bras Fisioter. 2008; 12(5): 392-400.
52. Monteiro WD, et al. **Respostas cardiovasculares agudas ao exercício de força realizado em três diferentes formas de execução.** Rev Bras Med Esporte. 2008; 14(2):94-98.

8 APÊNDICES

8.1 Apêndice A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título da Pesquisa: Análise do Duplo-Produto e Variabilidade da Frequência Cardíaca Pós-Esforço Isocinético em Adultos e Idosos

1) Introdução

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa sobre **Análise do Duplo-Produto e Variabilidade da Frequência Cardíaca Pós-Esforço Isocinético em Adultos e Idosos**, promovido por profissionais da área de fisioterapia e medicina. Se decidir participar deste, é importante que leia estas informações sobre o estudo. Você foi selecionado por estar dentro dos critérios estabelecidos pela pesquisa, porém sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com os profissionais ou com a instituição Universidade Estadual do Norte do Paraná ou Faculdade de Medicina de Marília. É preciso entender a natureza e os benefícios da sua participação e dar o seu consentimento livre e esclarecido por escrito.

2) Objetivo

O objetivo desta pesquisa é comparar as alterações decorrentes do processo de envelhecimento do sistema cardiovascular após a realização de uma atividade de força muscular isocinética.

3) Procedimentos da Pesquisa.

Se concordar em participar desta pesquisa realizará uma avaliação para análise da frequência cardíaca e pressão arterial em dinamômetro isocinético, tal procedimento será realizado em um dia pré/agendado com o pesquisador responsável no Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná afim de se alcançar o objetivo esperado pelo estudo.

5) Benefícios

Esperese que esta pesquisa colabore para o seu conhecimento sobre os parâmetros de frequência cardíaca e pressão arterial em repouso e durante um esforço físico. Não são previstos riscos inaceitáveis em sua participação, pois todo o acompanhamento será efetuado por pessoal devidamente habilitado.

6) Custos/Reembolso

Você não terá nenhum gasto com a participação no estudo. As avaliações, os materiais e toda orientação dada serão gratuitos e também não receberá pagamento pela sua participação.

7) Caráter Confidencial dos Registros

Os profissionais que estarão participando desta pesquisa, o Comitê de Ética em Pesquisa da instituição onde o estudo está sendo realizado e seus representantes podem precisar consultar seus registros. Você não será identificado quando o material de seu registro for utilizado, seja para propósitos de publicação científica ou

educativa. Caso seja necessária a consulta dos seus registros, a identificação deste será feita por um número ou letras e não pelo seu nome. Ao assinar este consentimento informado, você autoriza as inspeções em seus registros.

8) Participação

Sua participação nesta pesquisa consistirá em realizar uma avaliação de força muscular em dinamômetro isocinético, onde serão mensurados sua frequência cardíaca e pressão arterial.

9) Para obter informações adicionais

Caso você tenha mais dúvidas ou necessite maiores esclarecimentos, pode nos contatar nos endereços abaixo ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da FAMEMA, cujo endereço consta neste documento.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada e entregue a você.

10) Declaração de consentimento

Li ou alguém leu para mim as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro que fui informado sobre as avaliações e os benefícios que podem vir a ocorrer em consequência dos procedimentos. Declaro que tive tempo suficiente para ler e entender as informações acima. Declaro também que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo foi satisfatoriamente explicada e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Compreendo que sou livre para me retirar do estudo em qualquer momento, sem perda de benefícios ou qualquer outra penalidade.

Dou meu consentimento de livre e espontânea vontade e sem reservas para participar como responsável do paciente desta pesquisa concordo em participar voluntariamente da pesquisa sobre responsabilidade do Fisioterapeuta Tiago Del Antonio.

Nome do sujeito da pesquisa

Registro Geral do sujeito da pesquisa

Assinatura: _____ **Data:** ____/____/____.

Profissional responsável: _____

Atesto que expliquei cuidadosamente a natureza e o objetivo deste estudo, os possíveis benefícios da participação no mesmo, junto ao participante e/ou seu representante autorizado. Acredito que o participante e/ou seu representante recebeu todas as informações necessárias, que foram fornecidas em uma linguagem adequada e compreensível e que ele/ela compreendeu essa explicação.

Assinatura e Carimbo do Pesquisador: _____

Assinatura e Carimbo do CEP: _____

Local e data: _____, ____/____/____

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida, conforme os endereços abaixo:

Pesquisador: Tiago Del Antonio.

Endereço: Av. Brasil, 1468 – Centro. Cambará-Paraná

CEP: 86390-000

Tel: (43) 3532-5249 e (43) 8424-0199

e-mail: tdelantonio@yahoo.com.br ou tiagodantonio@uenp.edu.br

Professor responsável (orientador): Prof.Dr. Marcos Renato de Assis

Av. Monte Carmelo, 800 – Fragata. Marília-São Paulo

CEP: 17519-030

Tel: (14) 3402-1744

e-mail: a.assismr@gmail.com

Qualquer dúvida com relação aos aspectos éticos da pesquisa poderá ser esclarecida com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo, no endereço abaixo:

Av. Monte Carmelo, 800

CEP: 17519-030

Tel: (14) 3402-1744

8.2 Apêndice B

FICHA DE AVALIAÇÃO

Análise do Duplo-Produto e Variação da Frequência Cardíaca Pós-Esforço Isocinético em Adultos e Idosos

Data: ____/____/____

Nome Completo: _____

ID: _____ Gênero: Masculino Feminino

Telefone: () _____ / () _____

Endereço: _____ Cidade: _____

e-mail: _____

Idade: _____ G1(30/45) G2 (45/60) G3 (acima de 60)

Peso: _____ Estatura: _____ I.M.C: _____

1) Realiza algum tipo de exercício físico?

Sim Não

2) Se realiza, qual atividade pratica e por quanto tempo semanalmente?

3) Faz uso contínuo de alguma medicação? Quais?

4) Possui algum doença diagnosticada (Cardiovascular, pulmonar, ortopédica, hematológica e neurológica)?

5) A quanto tempo procurou assistência médica pela última vez? E qual foi o motivo?

6) Fez consumo de álcool nas últimas 24 horas e/ou café nas últimas 12 horas?

FC BASAL

5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''

Média Final: _____

FC NO EXERCÍCIO

1'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
2'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
3'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
4'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
5'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
6'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
7'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
8'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
9'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
10'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''

Média Final: _____

FC PÓS/EXERCÍCIO

1'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
2'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
3'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
4'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
5'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
6'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
7'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
8'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
9'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''
10'	5''	10''	15''	20''	25''	30''	35''	40''	45''	50''	55''	60''

Média Final: _____

PA inicial: _____ X _____

PA intervalo da atividade: _____ X _____

PA final da atividade: _____ X _____

PA ao atingir a FC basal: _____ X _____